

وزارة التعليم و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

مكتبة
BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

DEPARTEMENT METALLURGIE

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES
METHODES D'EXPLOITATION DES
MINES SOUTERRAINES
METALLIFERES

Proposé Par :

O. Dojcar

Etudié par :

*Benhorma
Hadj Aissa*

Dirigé par :

O. Dojcar

PROMOTION : JUIN 87

D E D I C A C E S

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance de
soutient moral et matériel et leurs encouragements durant mes études

A- Mes parents

A Mes frères et sœurs

A toute la famille

Et à mes amis.

BENHOUMA .Hadj Aissa.

R E M E R C I E M E N T

Je tiens à exprimer ici ma sincère reconnaissance et ma profonde gratitude à Monsieur O. DOJCHER pour tous les conseils utiles qu'il n'a cessé de me prodiguer et le temps précieux qu'il m'a consacré durant l'élaboration de ce travail.

Je tiens également à remercier, messieurs les membres du Jury pour avoir bien voulu examiner mon modeste travail.

Que tous ceux qui, de près ou de loin ont contribué à ma formation, veillent bien accepter ici, l'expression de ma profonde gratitude et mes sincères remerciements.

Introduction



1. Généralités

- 1.1 Tableau
- 1.2 Classification de gisement selon la forme
- 1.3 " des gisements selon la puissance
- 1.4 Réserves et Pertes.

Chap 2. Ouverture d'un gisement

- 2.1 Généralité
- 2.2 Ouverture en galerie au jour
- 2.3 Ouverture par puit vertical débouchant au jour
- 2.4 " " " incliné
- 2.5 " " rampe.

Chap 3. Travaux préparatoires

- 3.1 Généralité
- 3.2 Mode de préparation du niveau de base.

Chap 4. Opérations principales de défilage

- 4.1 Généralités et Définitions.
- 4.2 Abattage par trous de mine.
- 4.3 Abattage par trous profonds.
- 4.4 Déblocage et chargement du minéral.

Chap 5. Classification et description des méthodes d'exploitation des mines métallifères.

- 5.1 Méthodes d'exploitation par chambres vides
- 5.2 " " " chambres magasins.
- 5.3 " " " chambres remblayées
- 5.4 " " " chambres boisées ou charpentées
- 5.5 " " " chambres foudroyées
- 5.6 " " " lixiviation en place

Chap -6 Estimation technico-économique

- 6.1 Influence de la mécanisation sur la productivité et le coût
- 6.2 Caractéristiques technico-économiques des méthodes d'exploitation

Chap 7. Bases de choix des méthodes d'exploitation

- 7.1 Facteurs invariants
- 7.2 Facteurs variants

Conclusion

Bibliographie

INTRODUCTION

مكتبة كلية الهندسة
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

L'ouverture et la mise en oeuvre d'une mine souterraine demandent un capital énorme et une technique très poussée du point de vue matériel et méthodes d'exploitation.

En effet, avant de passer à l'exploitation il faut faire une étude comparative entre les différentes méthodes d'exploitation possible, de choisir la plus rentable; qui répond aux critères de choix d'une méthode d'exploitation.

Dans la présente étude, nous essayons de décrire le mode d'ouverture, les méthodes d'exploitation des mines métallifères souterraines et les bases de choix d'une méthode.

Le premier Chapitre: Classification des gisements selon la forme, la puissance et la classification des réserves, et de donner une idée sur les calculs des pertes et de dilution.

Le deuxième Chapitre: on expose les différents modes d'ouvertures des différentes classes de gisements.

Le troisième Chapitre: on cite les différents ouvrages de préparation d'un ou plusieurs blocs.

Le quatrième Chapitre: c'est la description des opérations principales de défilage et leurs méthodes d'application.

Le cinquième Chapitre: on présente les différentes classes de méthodes d'exploitation avec leurs modes et leurs conditions d'emploi.

Le sixième Chapitre: on présente une estimation technico-économique sur les différentes méthodes d'exploitations applicables dans les mines françaises, Suédoises et Finlandaises.

Le septième Chapitre: on évoque les bases et les critères de choix d'une méthode d'exploitation.

L'objet de mon travail a été essentiellement l'exposition des différentes méthodes applicables à l'exploitation des mines souterraines métallifères et les bases de choix d'une ou plusieurs méthodes d'exploitation pour une mine donnée.

GISEMENTS

RECHERCHE, PROSPECTION, RECONNAISSANCE.
 Evaluation de la recherche, documentation, cartographie, les coups, calcul des réserves

RAPPORT DE FAISABILITE.

PROJET

D'une nouvelle mine, d'un étage (horizon), d'un champ minier, d'un bloc, d'une taille.

OUVERTURE (OSSATURE) DES GISEMENTS
 VOIES, PUIITS, RAMPES, DESCENDERIES, BURES, RAVALS, RECETTES, etc.....

OUVERTURE ET DECOUPAGE DU GISEMENTS SUR LE NIVEAU
 Voies horizontales, galeries primaires, secondaires, tertiaires, plan incliné, montage, descenderies, cheminées, cheminée de jet, cheminées à minerai, chutes etc..

TRAVAUX PREPARATOIRES POUR EXPLOITATION DU GISEMENT
 Galeries de roulage, galeries d'aérage, cheminées limitants les blocs, cheminées d'aérage, cheminée à minerai
 Préparation dans le bloc: sous-niveaux, (sous-étages), silos, trémier, entonnoires, recoupes, allongements, etc...

EXPLOITATION-DEPILAGE						
Abattage du niveau (forage, tire, débitage secondaire)	Chargement du minerai abattu.	Evacuation (transport) du minerai	Soutènement (traitement de vides)	Maintenir des vides (foudroyage remblayage)	Aérag	Travaux auxiliaires dans la faible transport des matériaux, maintenance, liquidation du chantier.

D'AUTRES TRAVAUX DANS LA MINE			
Transport Horizontal, et incliné	Aérag et sécurité et l'entretien de matériel d'aération	Entretien des ouvrages minières, de raillage, et d'autre équipement.	Exhaure et éclairage

TRANSPORT AU JOUR (Extraction, Roulage)

TRAITEMENT DE MINERAI (Enrichissement)

Steriles (haldes) des roches

Assainissement, réaménagement du surface, liquidation de la mine et assainir les puits et des ouvrages minières abandonnés.

1. GENERALITES

1.1 TABLEAU

1.2 CLASSIFICATION DES GISEMENTS SELON LA FORME

D'APRES LA FORME ON PEUT CLASSER LES GISEMENTS EN SIX (06) GROUPES.

a) - GISEMENTS STRATIFORME (FILON OU COUCHE) (VOIR FIGURE 1 a)

UN GISEMENT STRATIFORME C'EST UN GISEMENT DONT L'UNE DES DIMENSIONS EST FAIBLE PAR RAPPORT AUX DEUX AUTRES ET DONT LE PLAN MOYEN EST CONFORME A LA STRATIFICATION.

b) - GISEMENT FILONNIEN (VOIR FIGURE 1. b)

UN GISEMENT FILONNIEN C'EST UN GISEMENT DONT LES ZONES MINERALISEES SONT CONSTITUEES DE FILON.

c) . GISEMENT LENTILLE OU BIEN AMAS(VOIR FIGURE 1. c)

LES AMAS CE SONT DES GITES DE FORME QUELCONQUE DONT TOUTES LES DIMENSIONS SONT DE MEME ORDRE DE GRANDEUR ; ET LES LENTILLES SONT DES AMAS APLATIES.

d) - GISEMENT FISSURAL (STOCKWORK) (VOIR FIGURE 1.D)

CE SONT DES GISEMENTS QUI ONT DES CASSURES PLANES DE FAIBLE OUVERTURE ET DONT LES LAIVRES NE SONT PAS SOUDEES, PLUS AU MOINS REMPLIE DE MINERAL

e) - COLONNE VOIR(FIGURE 1.e)

C'EST UN AMAS DONT LA DIMENSION VERTICALE PREDOMINE LARGEMENT SUR LES DEUX AUTRES.

f) - GISEMENT IRRÉGULIER (VOIR FIGURE 1.f)

C'EST UN GISEMENT DONT LES DIMENSIONS SONT TRES DIFFERENTES, ET DE FORME GEOMETRIQUE IRRÉGULIERE.

1.3 CLASSIFICATION DES GISEMENT SELON LE PENDAGE ET LA PUISSANCE.

* PENDAGE : ON PEUT CLASSER LES GISEMENTS SELON L'ANGLE DE PENDAGE EN TROIS GROUPES.

a . : LES GISEMENTS PLATEURS; FORME MINERALISEE PLANE ET DE FAIBLE PENDAGE (PLATEUR) $0^\circ < \theta < 15^\circ$

b . : LES GISEMENTS SEMI-DRESSONT; FORME MINERALISEE PLANE DE MOYENS PUISSANCE (SEMI-DRESSONT) $15^\circ < \theta < 45^\circ$

c . : LES GISEMENTS DRESSONT; FORME MINERALISEE PLANE DE FORT PENDAGE (DRESSONT) $45^\circ < \theta < 90^\circ$

RESERVE INEXPLOITABLE : SONT CEUX QUI NE PEUVENT ETRE UTILISER A CAUSE DES FAIBLES TENEURS ; DES PUISSANCES REDUITES etc ...; ON PEUT LES CONSIDERER COMME ETANT L'OBJET D'UTILISATION INDUSTRIELLE A L'AVENIR (VOIR FIGURE 2)
 PENDANT L'EXPLOITATION DES RESERVES EXPLOITABLE ON LAISSE UNE PARTIE DU MINERAI POUR LA PROTECTION DES DIVERSES CONSTRUCTIONS ET QUE LAON APPELLE PERTE EN PROJET

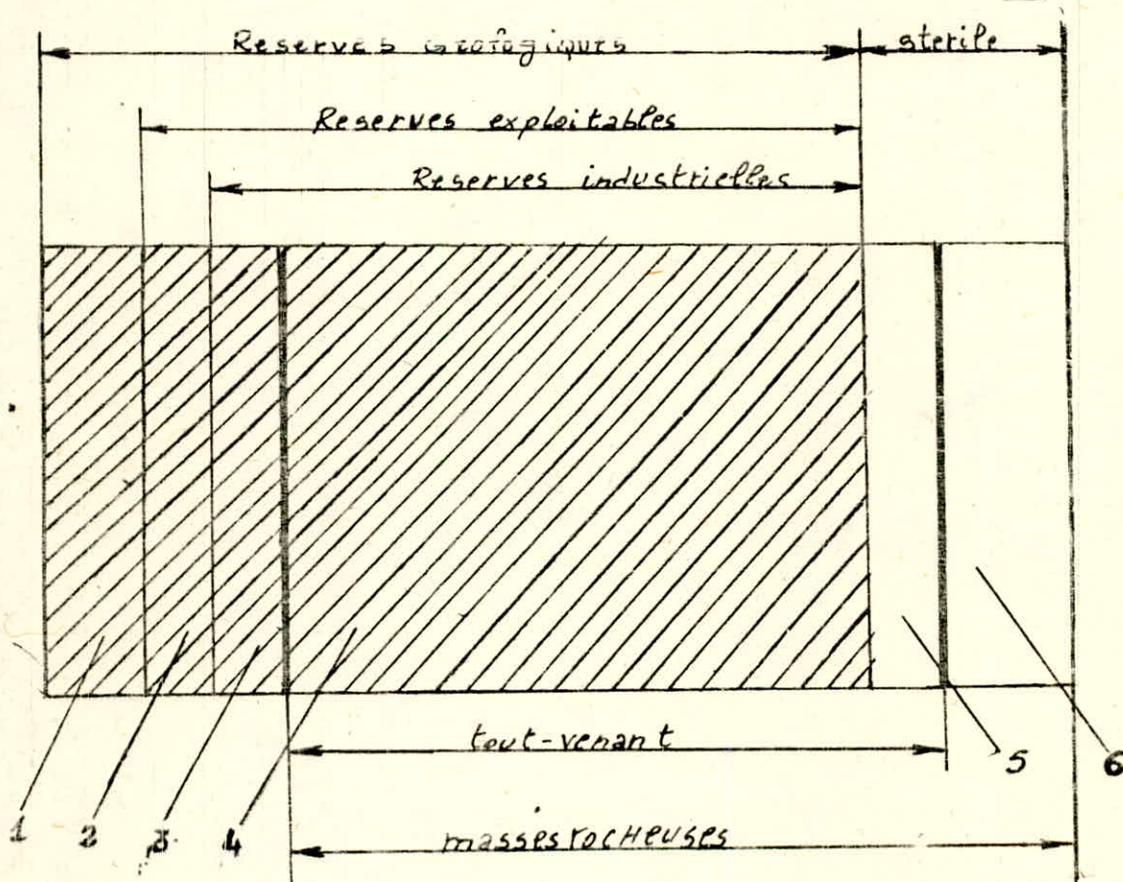


Fig: 2

1.4.2 DEFINITION :

ON ENTEND PAR PERTE DE MINERAI LA PARTIE DE RESERVE EXPLOITABLE QUI RESTE EN PLACE DANS LE SOUS SOL; LORS D'EXPLOITATION DU GISEMENT.

LES PERTES (2 à 3%) SONT INEVITABLES POUR N'IMPORTE QUELLE METHODE D'EXPLOITATION. D'HABITUDE ELLES CONSTITUENT DE 10 à 20% ET POUR DES CAS RARES ATTEIGNANT 50% MEME PLUS.

A L'ECHELLE DE TOUTE LA MINE, LES PERTES DE MINERAIS QU'ON PEUT LES DISTINGUER: CELES LES PILIERS ABANDONNEES DEFINITIVEMENT (PERTE EN PROJET) POUR PROTEGER LES OUVRAGES PRINCIPAUX DE LA MINE; BATIMENT D'EXPLOITATION ET LES PERTES QUI DEPENDENT DE LA METHODE D'EXPLOITATION PROPREMENT DITE.

1.4.3 CAUSE DES PERTES :

- POUR LA PROTECTION DES OUVRAGES MINIERES ; ON ABANDONNE DES PILIERS DEFINITIVEMENT OU ON LES RECUPERE PARTIELLEMENT.
- AU TOUR DES CONTOUR DU GISEMENT L'ABATTAGE EST INCOMPLET CE QUI REPRESENTE DES PERTES DE MINERAI.
- LE SOUTIRAGE INCOMPLET DU MINERAI ABATTU.
- AU COURS DU TRANSPORT ON PEUT SIGNALER LES PERTES

1.4.4 METHODES DE CALCULE DE PERTES :

LES PERTE ABSOLUES DE MINERAI (P); PEUVENT ETRE DONNEES PAR LA RELATION MATHEMATIQUE SUIVANTS :

$$P = Re - Rr \quad (\text{ENTONNE}) \dots\dots\dots(1)$$

P: PERTE DE MINERAI AU COURS DE L'EXPLOITATION EN TONNE

Re : LES RESERVES EXPLOITABLES EPUISEES EN TONNE.

Rr : LES RESERVES RECUPERABLES EN TONNE.

Rr : PEUT ETRE CALCULER AUTREMENT :

$$Rr = T - S \quad (\text{EN TONNE}) \dots\dots\dots(2)$$

T : TOUT- VENANT EN TONNE

S : LA QUANTITE DE STERILE AJOUTEE AU MINERAI EN TONNE

SOUVENT ON CARACTERISE LES PERTES DE MINERAI PAR LES COEFFICIENTS DES PERTES.

$$K = \frac{P}{Re} = \frac{Re - (T - S)}{Re} = 1 - \frac{T - S}{Re} \dots\dots\dots(3)$$

$$K = (1 - \frac{T - S}{Re}) \quad 100 \% \dots\dots(4)$$

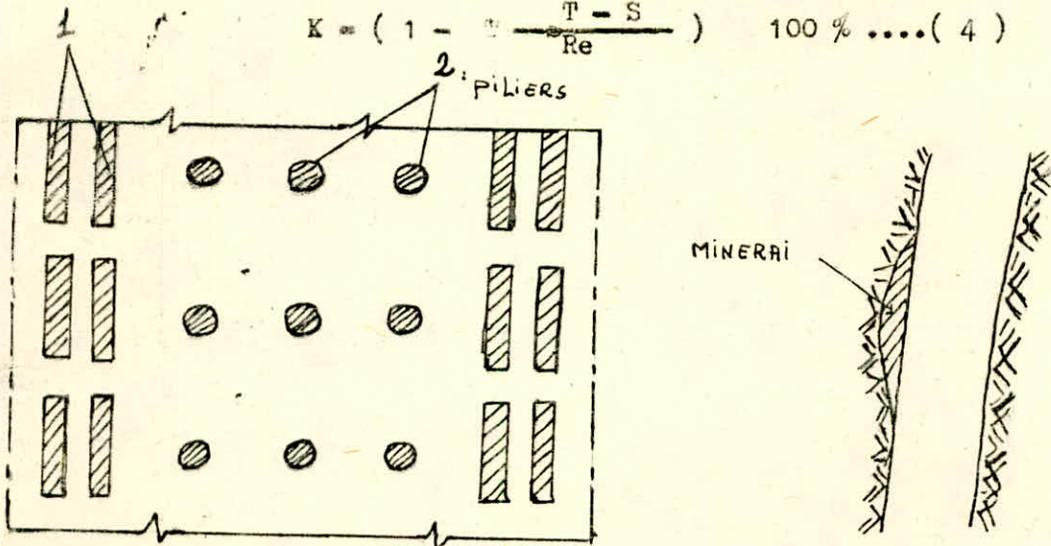


Fig: 3

$$T.m = R_r . t + S_r \text{ EN TONNE } \dots\dots\dots(9)$$

D'APRES (2) :

$$T.m = (T-S) . t + S \iff T (t-m) = S (t - r)$$

D'OU :

$$D = \frac{S}{T} = \frac{t - m}{t - r} \implies D = \frac{t - m}{t - r} \times 100\% \dots\dots(10)$$

LORS-QUE LES RESERVES EXPLOITABLE EPUISEES, LE COEFFICIENT D'EXTRACTION ET CELUI DE DILUTION; ~~L~~ SONT CONNUES, LE TOUT VENANT PEUT ETRE DETERMINER PAR

$$T = \frac{R_e B}{1 - D} \dots\dots\dots(11)$$

LA DILUTION DE MINERAI ENTRAINE UNE GRANDE DEPENSE IMPORTANTE IMPRODUCTIVE SUR LE TRANSPORT DES STERILES ET LES TRAITEMENTS POSTERIEURS, CE QUI AUGMENTER LE PRIX DE REVIENT DE LA TONNE DE MINERAI.
CHAQUE METHODE D'EXPLOITATION REPRESENTE UN TAUX DE DILUTION DONC C'EST UN PARAMETRE IMPORTANT DANS LE CHOIX DE LA METHODE D'EXLPOTATION.

2 - OUVERTURE D'UN GISEMENT

2.1 GENERALITE :

SI UN GISEMENT MINIER SUSEPTIBLE D'ETRE EXPLOITABLE AYANT ETRE RECONNU SUR DES BASE GEOLOGIQUES ON PEUT CREER UNE ENTREPRISE MINIERE ET PROCEDER A L'EXTRACTION DE MINERAI .

- ON DISTINGUE TROIS ETAPES ESSENTIELLE DE L'EXPLOITATION SOUTERRAINE :

- OUVERTURE (DECOUPAGE)
- TRAVAUX PREPARATOIRES
- EXPLOITATION PROPREMENT DITE

DANS TOUS LES CAS CES OUVRAGES D'OUVERTURE DOIVENT ASSURER; L'ENTREE ET SORTIE D'AIRE, DES VOIS DE TRANSPORT POUR LE PRODUITS A EXTRAIRE; POUR LE MATERIEL ET LE PERSONNEL.

LES PRINCIPAUX MOYENS REALISANT L'OUVERTURE D'UN GISEMENT SONT :

- PUIITS VERTICAUX
- GALERIES HORIZONTALES (GALERIES AU JOURS)
- PUIITS OU GALERIES INCLINES

EN OUTRE ON UTILISE DES TRVAIRES - BANCS QUI PERMETTENT DE SE DERIGER VERS LES TETES A EXPLOITER; DES CHEMINES POUR ATTEINDRE LES NIVEAUX SUPERIEURS ET DES PUIITS INFERIEURS POUR ACCEDER AU NIVEAUX PROFONDS.

ON DISTINGUE CINQ MODES D'OUVERTURE.

- OUVERTURE PAR GALERIE AU JOUR
- OUVERTURE PAR PUIITS VERTICAL
- OUVERTURE PAR PUIITS INCLINE
- OUVERTURE PAR RAMPE
- OUVERTURE COMBINEE

2.2 OUVERTURE PAR GALERIE AU JOUR

ON EMPLOI CE MODE D'OUVERTURE DANS LE CAS D'UN RELIEF FAVORABLE, C'EST A DIRE DES GISEMENTS DE MONTAGNE.

LA PREPARATION D'UN ETAGE SE FAIT PAR LA MANNIERE SUIVANTE :

- CRUSEMENT D'UNE GALERIE AU JOUR DE BASE (GALERIE D'ENTREE D'AIR)
- CRUSEMENT D'UNE GALERIE AU JOUR DE TETE (GALERIE DE RETOUR D'AIR)

CRUSEMENT D'UNE CHEMINEE RELIANT LES DEUX GALERIES

-AVANTAGE DE L'OUVERTURE PAR GALERIES AU JOUR
CE MODE D'OUVERTURE EST CARACTERISE PAR .

- SIMPLICITE DU SCHEMAS D'OUVERTURE
- ABSENCE DES INSTALLATIONS DE CULBITAGE; D'EXTRACTION; D'EXHAURE ET DE CHEVALEMENT.
- COUT REDUIT DE CRUSEMENT ET D'ENTRETIEN DES VOIS
- RAPIDITE DE LA MISE EN OEUVRE DE LA MINE

INCONVENIENT :

L'INCONVENIENT LE PLUS REMARQUABLE DE CE MODE D'OUVERTURE C'EST QUE EN PEUT PAS ATTEINDRE DES ETAGES INFERIEURS DU GISEMENT.

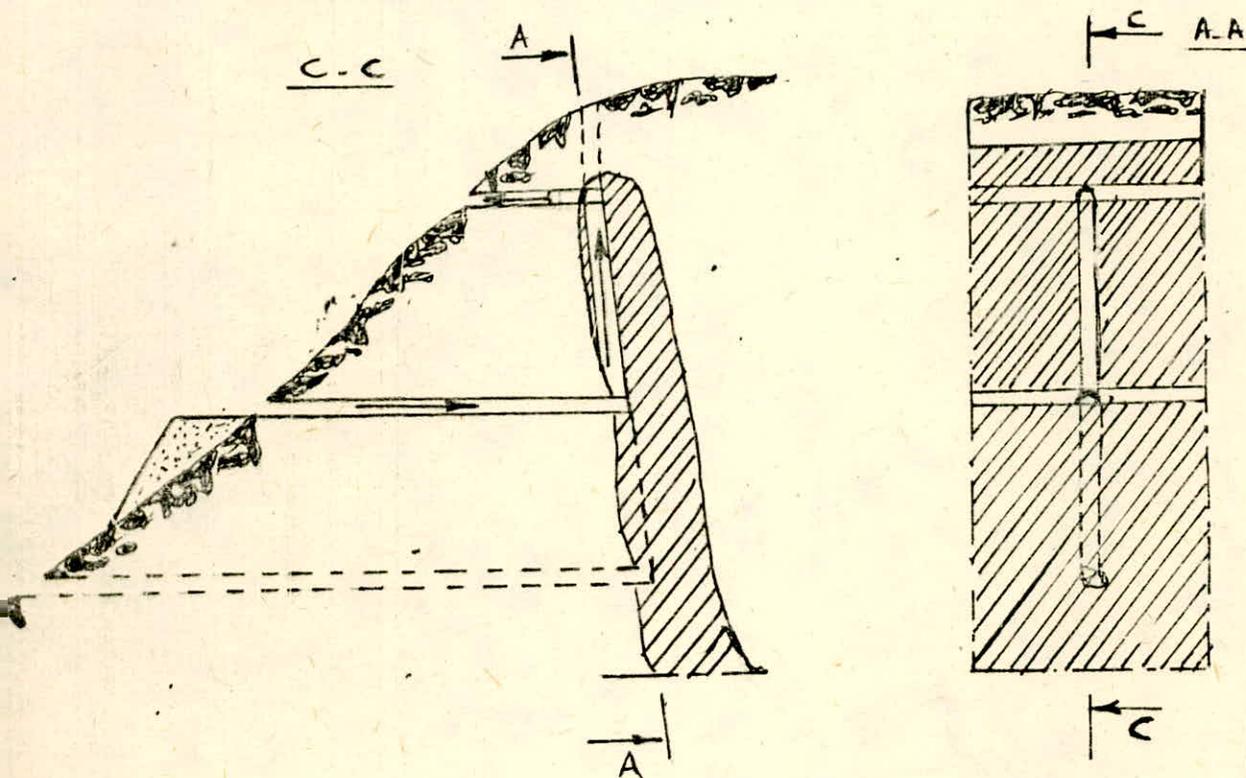


Fig: 4

2.3 OUVERTURE PAR PUIITS VERTICALE DEBOUCHANT AU JOUR :

CE MODE D'OUVERTURE C'EST LE PLUS REPENDUE EN MANDE; IL EST UTILISE POUR DES GISEMENTS PLATS, INCLINES ET DRESSANTS.

D'HABITUDE L'OUVERTURE PAR PUIITS VERTICALE SEFAIT DE LA MANIERE SUIVANTE :

- CRUSEMENT D'UN PUIITS PRINCIPAL (POUR EXTRACTION),
- CRUSEMENT D'UN OU PLUSIERES PUIITS AUXILIAIRES DESTINES A L'ARRAGE ET LA CIRCULATION DU PERSONNEL ET TRANSPORT DU MATERIEL(VOIR FIGURE 5)

GENERALEMENT DANS LES MINES METALLIQUES LES PUIITS SONT DISPOSES SOIT AU MUR DE GISEMENT SOIT AUX EXTRIMITES DE CE DERNIER; MAIS TOUJOURS EN DEHORS DE LA ZONE DES MOUVEMENTS DES TERAINS.

2.3.1 OUVERTURE D'UN GISEMENT PLATAIRE :

CE TYPE DE GISEMENT NECESSITE UNE OUVERTURE PAR PUIITS VERTICAL (PRINCIPAL) ET UN OU PLUSIERES PUIITS VERTICAUX AUXILIAIRES (SUIVANT LES DIMENSIONS DU SITE) ET CRUSEMENT DES GALERIES HORIZONTALES ET DES TRAVERS-BANCS DESTINES A LA CIRCULATION DE L'AIR, MATERIEL ET PERSONNEL

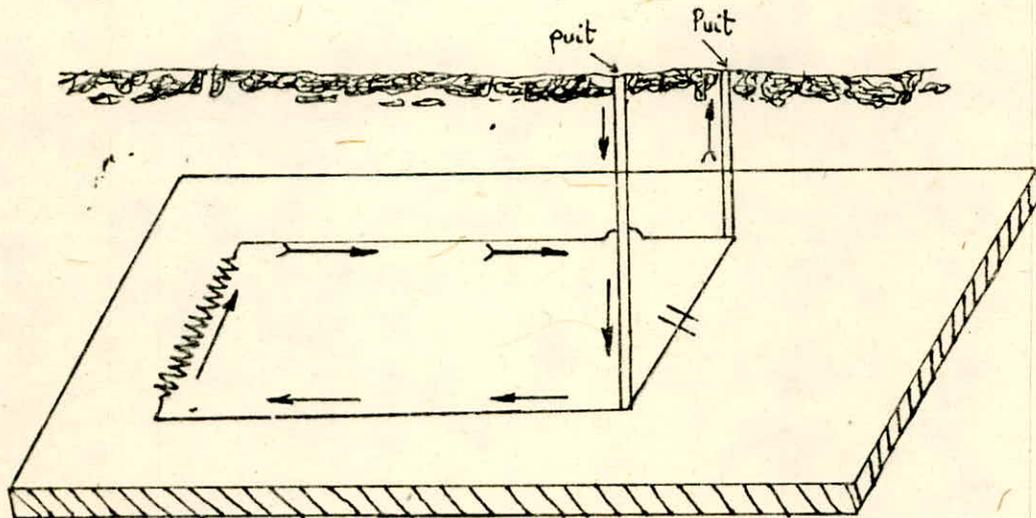


Fig: 5

2.3.2 OUVERTURE D'UN GITE DRESSANT :

DANS CE TYPE DE GISEMENT L'OUVERTURE SE FAIT PAR PUIITS VERTICAUX AVEC DES TRAVERS -BANC D'ETAGE. LA DISPOSITION DES PUIITS AUXILIAIRES EST PERIPHERIQUE; TOUS LES PUIITS SE TROUVENT EN DEHORS DE LA ZONE D'APFESSEMENT DE LA SURFACE. (VOIR FIG 6)

LE DECOUPAGE D'UN ETAGE SE FAIT COMME SUIV:

- CRUSEMENT D'UN PUIITS PRINCIPAL JUSQU' A LA BASE DE L'ETAGE A EXPLOITER.
- " " " DEUX PUIITS AUXILIAIRES JUSQU' AU NIVEAU SUPERIEUR DE L'ETAGE SUIVANT
- " " " DES TRAVERS - BANCS D'ETAGE.
- " " " GALERIE DE RETOUR D'AIR DE NIVEAU SUPERIEUR DE L'ETAGE
- " " " CHEMINEES DE LIAISONS

PENDANT L'EXPLOITATION D'UN ETAGE ON DEVRA AVOIR APPROPONDIR CHACUN DES PUIITS ET PREPARER L'ETAGE INFERIEUR.

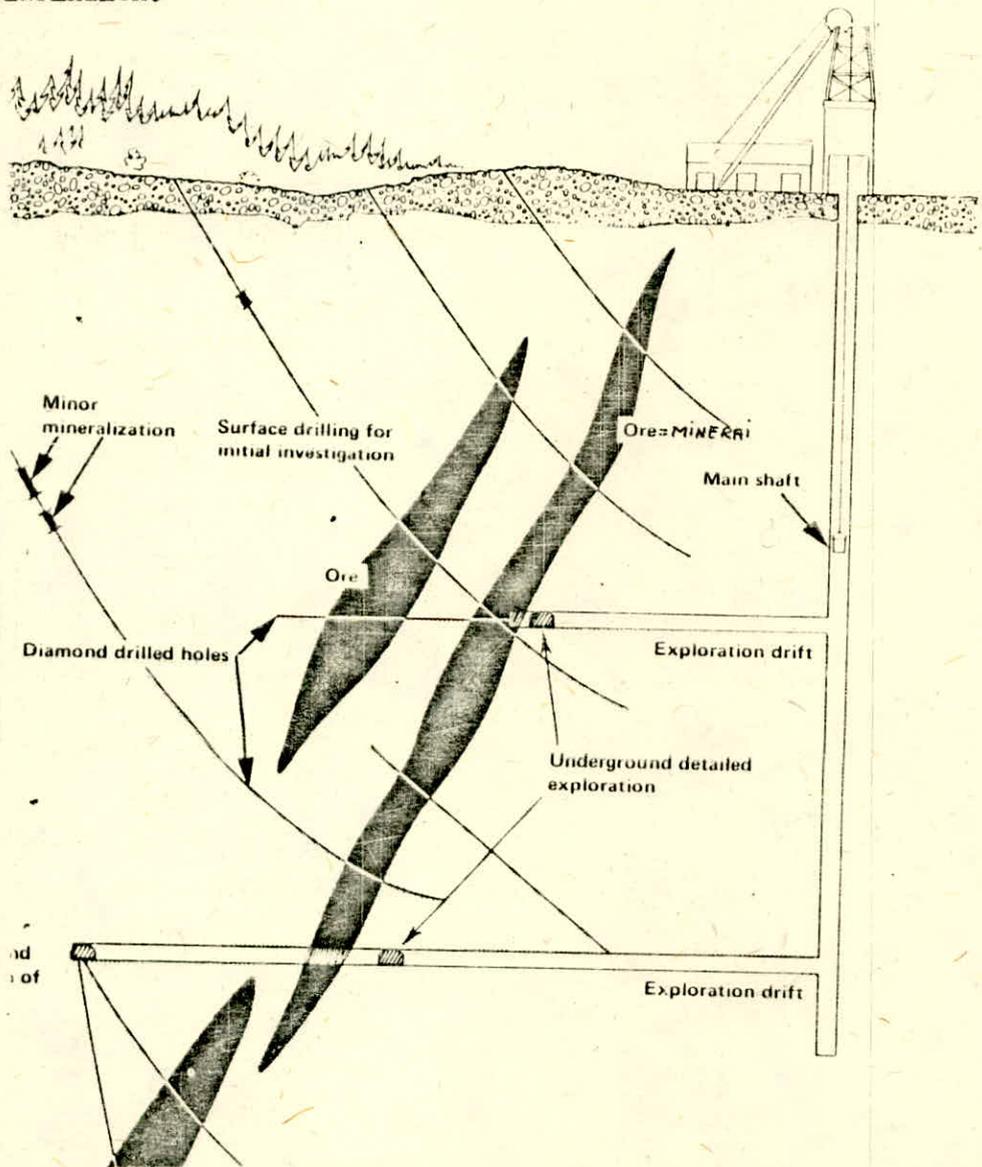


Fig: 6

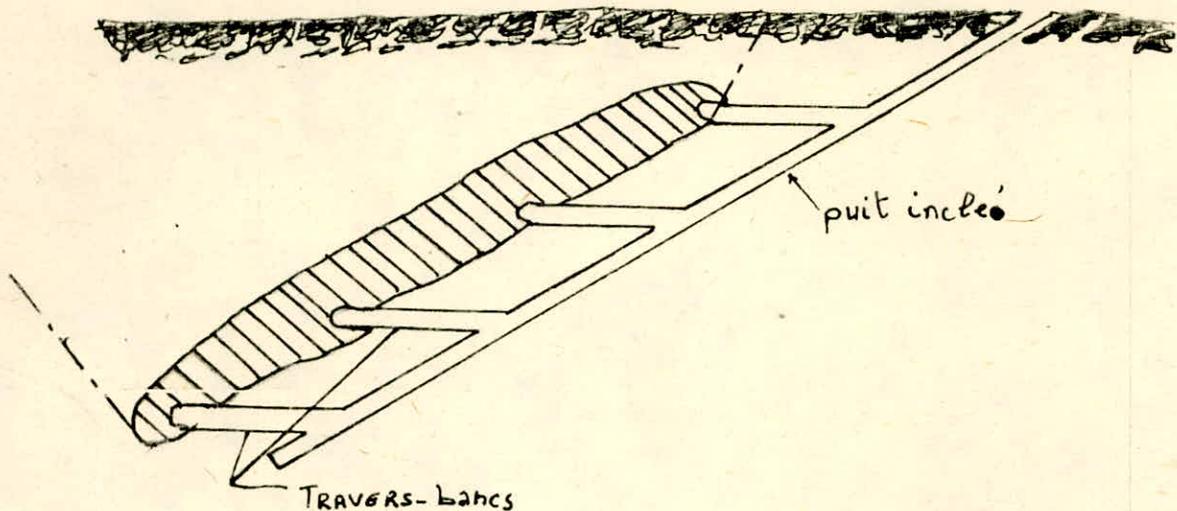


Fig:8

2.5 OUVERTURE PAR RAMPE :

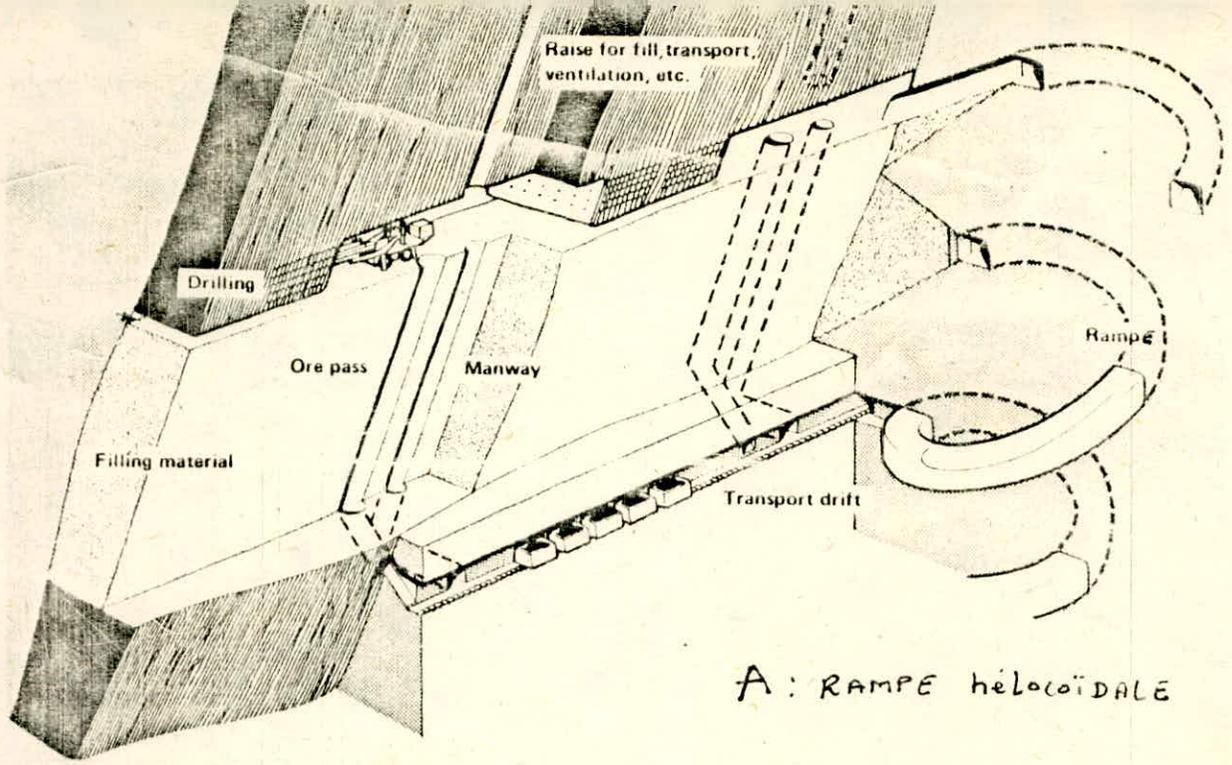
CE MODE D'OUVERTURE CONSISTE A CREUSER DES OUVRAGES DE FORME GEOMETRIQUE HELOCOTDALE OU BRISE (VOIR FIGURE 9 A , B) .

CETTE METHODE EST NOUVELLE PAR RAPPORT AUX AUTRES METHODES SITES AVANTS, ELLE EST CARACTERISE PAR SON RENDEMENT TRES ELEVE PAR RAPPORT AUX AUTRES METHODES, ELLE PERMET D'AVOIR ACCER AUX ENGIN AUTOMOTEUR SUR PNEUE (BONNE-CIRCULATION DE MATERIEL LOURD).

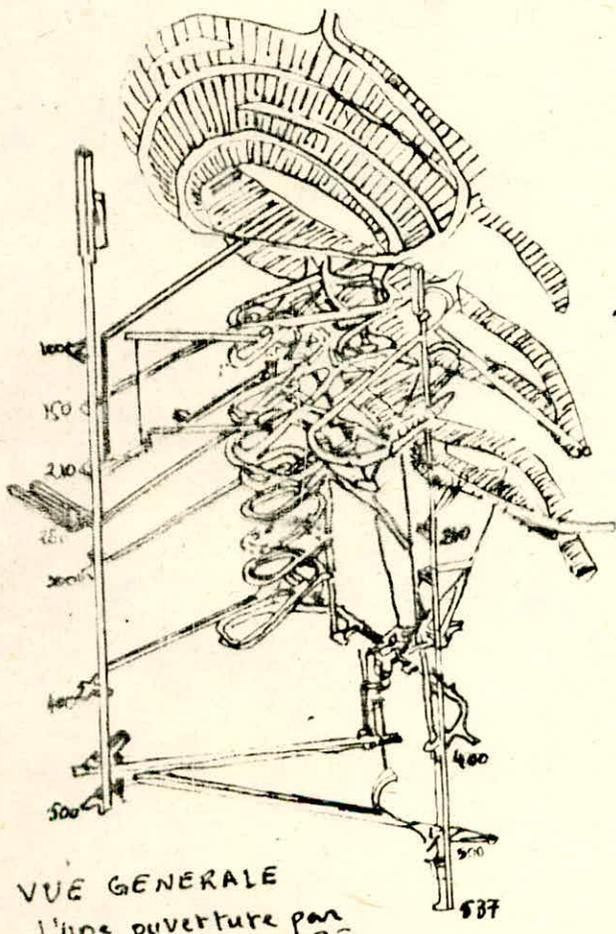
LA FIGURE 9 REPRESENTE LES DEUX MODES DE RAMPES (A , B)

L'OUVERTURE PAR LA RAMPE HELOCOTDALE S'APPLIQUE POUR LES GISEMENTS DRESSANT ET PROFONDS ET MEME ELLE EST UTILISABLE POUR RELIER DEUX ETAGES.

L'OUVERTURE PAR RAMPE INCLINEE GENERALEMENT UTILISABLE POUR LES GISEMENTS PLATAIRES ET MOINS PROFONDS COMME LE MONTRE LA FIGURE 9.B

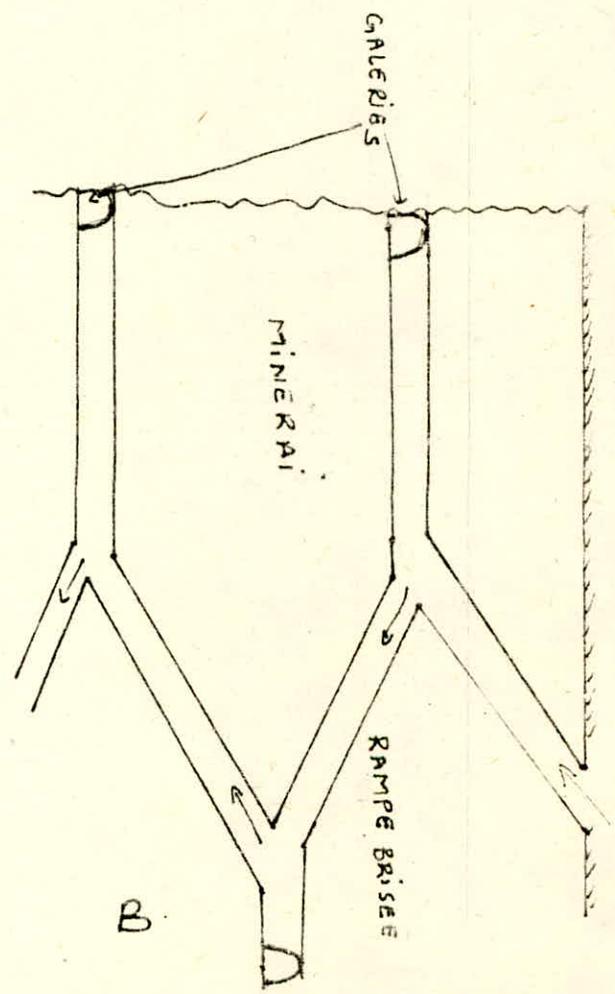


A : RAMPE hélicoïdale



VUE GENERALE
d'une ouverture par
RAMPE

Fig: 9



B

TRAVAUX PREPARATOIRES

3.1 GENERALITE :

LES TRAVAUX PREPARATOIRES (OUVRAGES PREPARATOIRES) C'EST UNE TACHE DES TRAVAUX MINIERIS QUI S'EXECUTE JUSTE APRES L'OUVERTURE DU GISEMENT ET QUI CONSISTE A PARTAGER LE CHAMP MINIER EN ELEMENTS QUI ASSURENT LA VENTILATION (AERAGE), LA CIRCULATION DU PERSONNEL ET LE TRANSPORT DE MINERAI ABATTU.

LES OUVRAGES PRINCIPAUX SONT GALERIES, RECOUPES, CHEMINEES.

EN OUTRE; ON DISTINGUE LES TRAVAUX PREPARATOIRES QUE L'ON EXECUTE POUR LA PREPARATION DE LA CHAMBRE D'ABATTAGE DANS LE BLOC QUE L'ON APPELLE AUSSI COUPAGE DU BLOC OU TRACAGE DE L'EXPLOITATION OU TRACAGE DU CARTIER, CES TRAVAUX SONT : CHEMINEE, ENTONNOIR, ET CHAMBRE , etc ... (VOIR FIGURE 10)

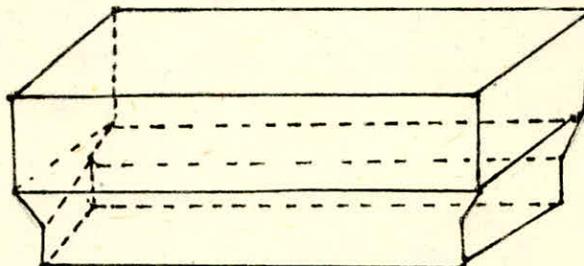
3.1.1 CHEMINEE :

UNE CHEMINEE C'EST UNE VOIE VERTICALE OU SUBVERTICALE POUVANT SERVIR A L'AERAGE, A LA CIRCULATION DU PERSONNEL, A DE: TRANSPORT DU MATERIEL, DE MINERAI OU DE REMBLAI PAR GRAVITE .

3.1.2 ENTONNOIR :

C'EST UNE CHEMINEE LARGEMENT EVASEE VERS LE HAUT, SERVANT AU SOUTIRAGE DU MINERAI DANS CERTAINES METHODES D'EXPLOITATION.

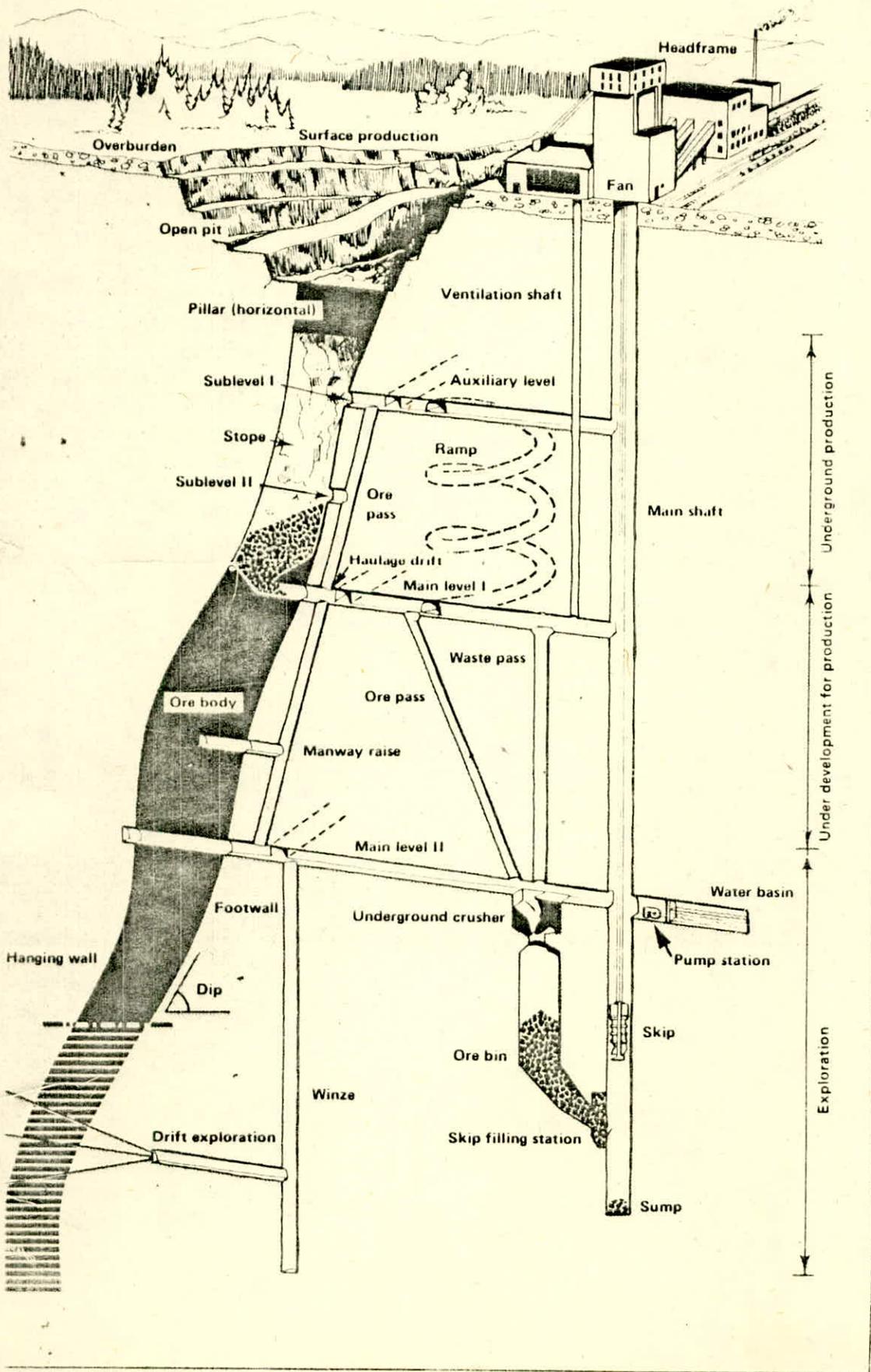
GENERALEMENT LA BASE D'UN ENTONNOIR C'EST UNE COURTE CHEMINEE APPELEE CHEMINEE DE SOUTIRAGE. IL EXISTE DES ENTONNOIRS ALLONGES POUR UN MEILLEUR SOUTIRAGE COMME L'INDIQUE LA FIGURE SUIVANTE :



ENTONNOIR ALLONGE.

3.1.3 CHAMBRE :

C'EST UNE EXCAVATION SOUTERRAINE SITUEE DANS LE MINERAI, DE GRANDES DIMENSIONS DONT LES PAROIES DELIMITANT LE VOLUME QUI ETAIT OCCUPE PAR LE MINERAI ENLEVE.



3.1.4 INDICE CARACTERISANT LES TRAVAUX PREPARATOIRES :

LES TRAVAUX PREPARATOIRES AUGMENTENT LE PRIX DE REVIENT D'UNE TONNE DE MINERAI
LE VOLUME DES TRAVAUX PREPARATOIRES EST UN INDICE ESSENTIEL POUR CARACTERISER UNE
OU TELLE METHODE D'EXPLOITATION; PRATIQUEMENT ON CHERCHE A DIMINUER CE VOLUME
LE VOLUME SPECIFIQUE D'UN BLOC EST DONNE PAR LA RELATION SUIVANTE :

$$K_p = \frac{V_i}{V_p} \times 100\%$$

V_i : SOMME DES VOLUMES DES OUVRAGES PREPARATOIRES DANS UN BLOC. EN m^3

V_p : VOLUME D'UN BLOC. m^3

3.2 MODES DE PREPARATION DU NIVEAU DE BASE:

LA PREPARATION DU NIVEAU DEPEND ESSENTIELLEMENT DE LA NATURE DU GISEMENT, DE SA
PUISSANCE, DE SON ANGLE DE PENDAGE, DE L'ORDRE DE PRISE DE BLOCS ET DU MODE DE
CHARGEMENT DE MINERAI.

3.2.1 MODE DE PREPARATION DANS DES FILONS MINCES ET MOYENS

D'HABITUDE, DANS LES GISEMENTS FILONNIERS MINCES ET DE MOYENNES PUISSANCES
ENCREUSE UNE GALERIE DE DISPOSITION PAR RAPPORT AU GISEMENT TELLE QUE A ASSURER
LE CHARGEMENT DE MINERAI DIRECTEMENT EN BERLINES (VOIR FIGURE 11). LE DECALAGE
DE LA GALERIE AU MUR OU AU TOIT EST COMMANDE PAR LA DURETE DES ROCHES.

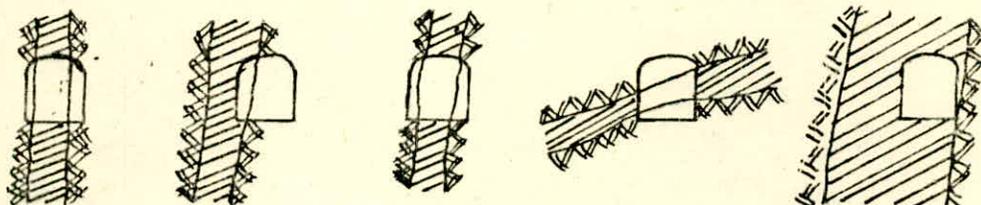


Fig: 11

3.2.2 MODE PREPARATION DE BASE DANS DES GITES PUISSANTS ET TRES PUISSANTS

DANS CE TYPE DE GISEMENT LA PREPARATION DES BASES EST FAITE PAR PLUSIERES GALERIE
OU PLUS SOUVENT PAR UNE GALERIE EN COMBINISON AVEC DES RECOUPES APIN D'EXTRAIRE
TOUT LE MINERAI DU BLOC. (VOIR FIGURE 12).

LE TRACAGE D'UNE GALERIE AU MUR ET UNE AUTRE AU TOIT DU GISEMENT COMMUNIQUEES
ENTRE ELLES PAR RECOUPES PERMET D'AVOIR UN ROULAGE CIRCULAIRE DE RENDEMENT CONSI-
DERABLE

LA PREPARATION AU ROCHER A POUR AVANTAGES PAR RAPPORT A CELLE AU MINERAI :

- PERTES REDUITES DE MINERAI DANS LE STOT DE PROTECTION.

- POSSIBILITE D'UTILISER LA GALERIE DE BASE COMME VOIE DE RETOUR D'AIR DE L'ETAGE SUIVANT.

- CONDITION FAVORABLE DE TRANSPORT DE MINERAI.

LES INCONVENIENTS SE GENERALISENT COMME SUIV : :

- COUT. TRES ELEVE DU TRACAGE AUX STERILES.

- PROLONGATION DE LA MISE EN VALEUR DU GISEMENT

- IMPOSSIBILITE DE CONTINUER L'ETUDE DU GISEMENT

3.2.3 PREPARATION DES CHEMINEES DE BLOC

LES CHEMINEES CREUSEES PEUVENT ETRE A UN, DEUX OU TROIS COMPARTIMENTS (SELON L'UTILISATION) . LA SECTION TRANSVERSALE DE LA CHEMINEE ET DETERMINEE SELON L'UTILITE.

LES CHEMINEE A PLUSIERES COMPARTIMENTS SERVENT A LA FOIS A L'AERAGE , A LA CIRCULATION DU PERSONNEL ET A LA DESCENTE DE MINERAI OU REMBLE.

L'ABSENCE OU LA PRESENCE DU SOUTAINEMENT EST COMMANDEE PAR LA STABILITE ET LA DURETE DU MINERAI; LE PLUS SOUVENT LE BOIS EST UTILISE COMME MOYEN DE SOUTAINEMENT

4. OPERATIONS PRINCIPALES DE DEPILAGE :

4.1 GENERALITES ET DEFINITION :

- L'ABATTAGE : C'EST L'OPERATION DESTINEE A ARRACHER LE MINERAI DE SON MASSIF ET LE REDUIRE EN MORCEAUX SUFFISAMMENT PETITS POUR ETRE FACILEMENT TRANSPORTES.

- LE DEBITAGE : C'EST UNE OPERATION QUE SE FAIT GENERALEMENT APRES ABATTAGE ET QUI CONSISTE A BRISER UN BLOC DE ROCHE DEJA ABATTU OU FOUDDROYE.

- LE TRAITEMENT DES VIDES : C'EST L'OPERATION QUI CONSISTE A MAINTENIR PAR DES MOYENS L'ESPACE DE TRAVAIL AU COURS DE L'EXPLOITATION ET LIQUIDER L'ESPACE EPUISE PAR UN TEL OU TEL PROCÉDE.

LE COUT DE DEPILAGE PEUT ETRE IL REPRESENTE 25 A 60% DANS LE PRIX DE REVIENT DE LA TONNE, IL EST IMPORTANT D'ORGANISER LES OPERATIONS DE DEPILAGE.

4.2 ABATTAGE PAR TROUS DE MINE :

CE PROCEDER D'ABATTAGE EST EMPLOYEE LORS DE L'EXPLOITATION DE GISEMENT DE FAIBLE ET MOYENS PUISSANCE, DES GITES IRREGULIERS, EN CAS D'EXPLOITATION AVEC BOISAGE etc LES PARAMETRES QUI INFLUENT DIRECTEMENT SUR LA DISPOSITION DES TROUS DE MINES SONT : LES PROPRIETES PHYSIQUES ET MECANIQUES DU MINERAI, LA FORME DU FRONT D'ABATTAGE, DU MATERIEL DE FORAGE APPLIQUE ET DU SENS DE MARCHES DE L'EXPLOITATION.

LA FORATION DES TROUS SE FAIT DE PLUSIERES MANIERES: HORIZONTALEMENT, VERTICALEMENT, INCLINES ET EN EVENTAILLE (CAS SPECIAUX). VOIR FIGURE 13.

LA PROFONDEUR DES TROUS GENERALEMENT VARIE ENTRE 1,5 ET 2,5m ET RAREMENT 3 A 4m ET DE DIAMETRE ENTRE 30 A 50 mm.

LA DISTANCE ENTRE LES TROUS , LA CHARGE TOTALE PAR UNE VOLEE, LE NOMBRE DE CARTOUCHE PAR TROUS, etc ... SONT CALCULES PAR LES METHODES SUIVANTES :

LE VOLUME DE MINERAI A ABATTRE PAR VOLEE EST :

$$V = F L M_t \quad \text{EN } m^3$$

F : SURFACE DU FRONT A ABATTRE EN m^2

L : PROFONDEUR DU TROU DE MINE EN m

M_t : LE COEFFICIENT D'UTILISATION DU TROU (EFFET DU MINAGE) (0,8 A 0,95)

4.3 ABATTAGE PAR TROUS DE MINE PROFONDS :

CE TYPE D'ABATTAGE EST APPLIQUE LORS DE L'EXPLOITATION DU GITE DE MOYENNE ET GRANDE PUISSANCES. LES TROUS PROFONDS PEUVENT ETRE DISPOSES DANS UNE TRANCHE PARALLELEMENT (VERTICAL OU HORIZONTAL) OU EN EVENTAIL. LE CHOIX DE LA DISPOSITION SE FAIT PAR UNE COMPARAISON ECONOMIQUE.

L'AVANTAGE DES TROUS EN EVENTAIL C'EST LA REDUCTION DU VOLUME DES TRAVAUX DE FORATION MAIS L'INCONVENIENT C'EST L'AUGMENTATION DE LA LONGUEUR TOTALE DES TROUS DANS UNE TRANCHE.

LES TROUS PROFONDS SONT CARACTERISES PAR UN DIAMETRE QUI VARIE ENTRE 40 ET 200 mm ET UNE LONGUEUR ENTRE 5 ET 50m.

LES TROUS PROFONDS DE DIAMETRE ENTRE 100 ET 150 mm SONT UTILISES POUR LEFOUDROYAGE LE CHOIX DU MATERIEL DE FORAGE SE BASE SUR LA DURETE DES ROCHES, LE DIAMETRE, LA PROFONDEUR DE FORAGE, ET LA METHODE D'EXPLOITATION.

LE FORAGE DES TROUS PROFONDS EST BASE SUR LE CALCUL DE LA LIGNE DE MOINDRE RESISTANCE (LA LIGNE DE MOINDRE RESISTANCE C'EST LA DISTANCE ENTRE DEUX SERIES DE TROUS, VOIR LA FIGURE 13).

CALCUL DE LA LIGNE DE MOINDRE RESISTANCE W

$$W = \frac{P}{Q_e} \frac{K_{gh}}{K_r} \quad \text{EN m}$$

P : LE POIDS DE LA CHARGE D'EXPLOSIF (CARTOUCHE OU Poudre) DANS UN METRE DE TROUS K_g / m

K_{gh} : COEFFICIENT DE CHARGE (0,6 A 0,7 LORS DES TROUS EN EVENTAIL)

Q_e : CONSOMMATION SPECIFIQUE D'EXPLOSIF A L'ABATTAGE PAR TROUS PROFOND
($Q_e = 0,2 \text{ A } 2 \text{ } K_g / m^3$)

K_r : DISTANCE RELATIVE ENTRE LES CHARGES ($K_r = 0,6 \text{ A } 1,3$ MAIS PLUS SOUVENT =1)

L'AVANTAGE DES TROUS DE MINES PROFONDS C'EST LE RENDEMENT CONSIDERABLE PAR MINEUR, LES CONDITIONS DE SECURITE POUR LES FOREURS, MAIS L'INCONVENIENTS C'EST LES PERTES ET DILUTIONS TRES ELEVEE PAR RAPPORT AUX TROUS DE MINE ET ENTRAINE UNE DEFORMATION DES OUVRAGES PAR EFFET SEISMIQUE.

CALCULE DE LA CHARGE ED'EXPLOSIF SUIVANT LES DONNES PRATIQUES :

LA CHARGE TOTALE EST DONNEE PAR :

$$Q_{ch} = Q_e V \text{ EN } K_g$$

Q_e : LA CONSOMMATION SPECIFIQUE D'EXPLOSIF EN K_g / m^3 ; (0,6 A 2,2 K_g / m^3)

LA CHARGE PAR UN TROUS SE DETERMINE PAR LA RELATION SUIVANTE :

$$E = K_{ch} \frac{L}{L_c} Q_e \text{ EN } K_g$$

L : LA PROFONDEUR DU TROU EN m

L_c : LA LONGUEUR DE LA CARTOUCHE EN m

K_{ch} : LE DEGRE DE CHARGEMENT LE LONG DU TROUS (0,65 A 0,85 SUIVANT LA DURETE)

ETANT DONNE LA CHARGE TOTALE ET CELLE PAR TROU; LE NOMBRE DE TROUS DE MINE EST DONNE PAR LA RELATION SUIVANTE :

$$N = \frac{Q_{ch}}{E} \quad (N : \text{ ENTIER })$$

ON PEUT ARRONDIR LE NOMBRE N SOIT PAR EXCE SOIT PAR DEFAUT.

PAR EXCE EST PREFERABLE DANS LES ROCHES DURES.

LA DISTANCE ENTRE LES TROUS DE MINES DISPOSES REGULIEREMENT B

$$B = F/N.$$

LA QUANTITE DE MINERAI ABATTU PAR VOLEE EST DONNEE PAR :

$$P_v = V J \text{ EN TONNE}$$

~~XXXXXXXX~~ LE POIDS VOLUMETRIQUE DU MINERAI EN PLACE T/m^3

V : VOLUME EN m^3

LE RENDEMENT AU METRE DE TROUS DE MINE EXPRIME EN TONNES DE PRODUIT EST DONNE PAR :

$$r = \frac{P_v}{L_t}$$

L_t : LONGUEUR TOTALE DES TROUS DE MINE ($L N = L_t$ EN m)

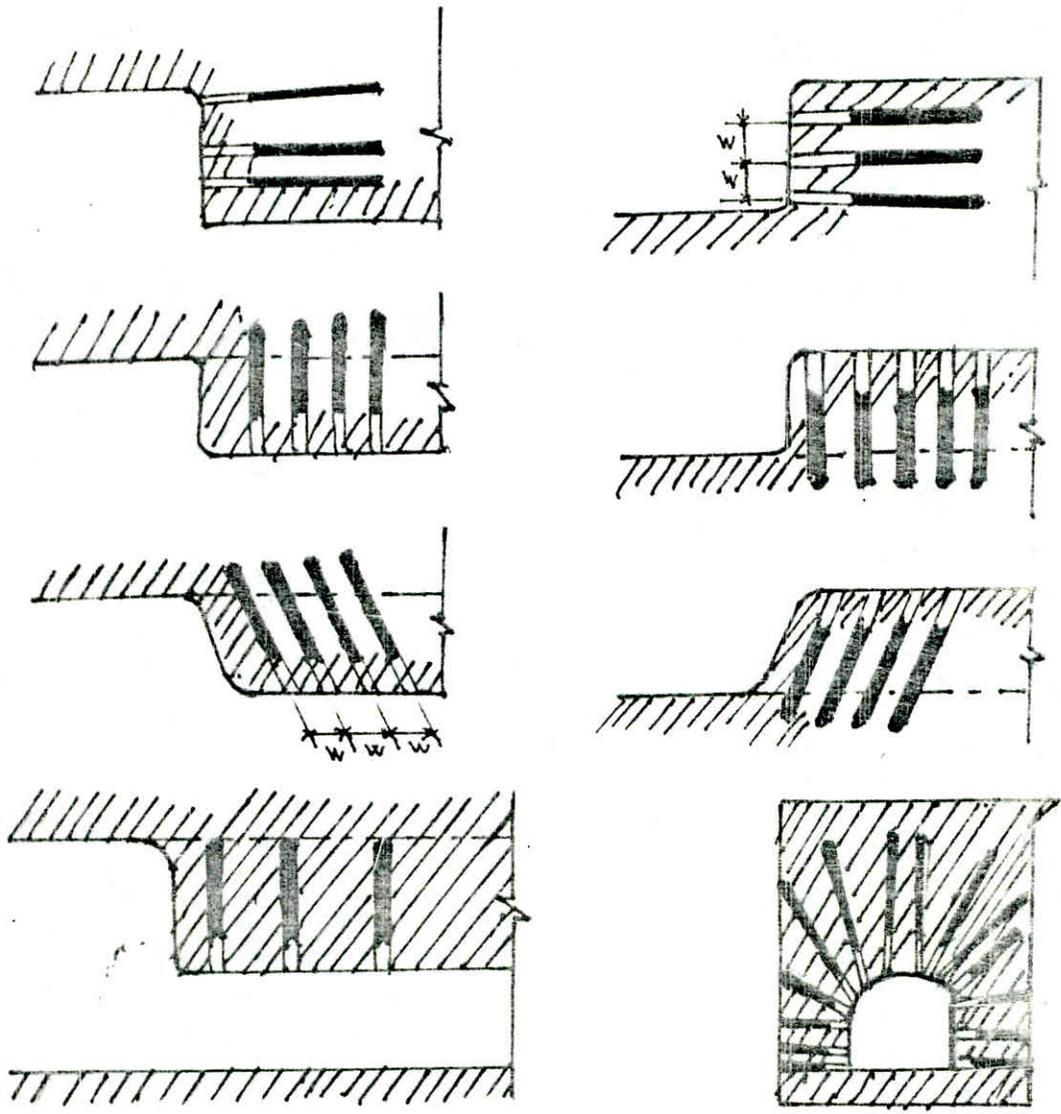


Fig 13:

-AVANTAGE DE L'ABATTAGE PAR TROU DE MINE

- UNE EXCELLENTE FRAGMENTATION DE MINÉRAI
- LE MINIMUM DE PERTE ET DILUTION
- UN FAIBLE EFFET SEISMIQUE

-INCONVENIENTS :

- UN RENDEMENT FAIBLE DE FORAGE
- CONSOMMATION ÉLEVÉE EN EXPLOSIF
- ENPOUSSIERAGE IMPORTANT

4.4. DEBLOCAGE ET CHARGEMENT DU MINÉRAI :

LE DEBLOCAGE ET CHARGEMENT DE MINÉRAI SE FAIT PAR DIFFÉRENTS MOYENS SELON LA SITUATION : (PAR GRAVITE, PAR MACHINES MÉCANIQUES : ET MANUELLEMENT)

CHARGEMENT PAR GRAVITE : LE PRINCIPE DE CE TYPE DE ~~CHARGEMENT~~ CHARGEMENT EST BASÉ SUR L'EFFET DE LA GRAVITATION PROPRE DU MINÉRAI ABATTU DANS LE CHANTIER ET CELA PAR L'UTILISATION DES CHEMINÉES (VERTICALES OU INCLINÉES) : ET CE TYPE DE DEBLOCAGE EST UTILISÉ POUR DES GISEMENTS DE 45° A 50 ° DE PENTE ET RAREMENT ENTRE 30° ET 40° VOIR (FIGURE 14).

CHARGEMENT PAR MATÉRIEL AUTOMOTEUR : C'EST UN MODE DE CHARGEMENT TRÈS ~~RENTABLE~~ RENTABLE MAIS IL EST APPLICABLE SEULEMENT DANS DES CONDITIONS OÙ IL Y A UN ESPACE FAVORABLE AU DÉPLACEMENT DE MACHINE ET DANS LES GISEMENTS PLATEAUX LES CHARGEUSES LES PLUS CONNUES SONT LES CHARGEUSES À GODET : À PINCES VOIR FIG 15

RACLAGES : C'EST L'OPÉRATION DE VA ET VIENT D'UN SCRAPER, QUI SE REMPLIT ET DÉPLACE SA CHARGE DANS UN SEUL SENS, DANS L'AUTRE SENS EST VIDE VOIR FIGURE 16.

TRAITEMENT DES VIDES :

AU FOND LES TERRAINS VIÉS SE TROUVENT À L'ÉTAT D'ÉQUILIBRE NATUREL DU POINT DE VUE PRESSION : CETTE CONTRAINTE A POUR ORIGINE LE POIDS DES TERRAINS QUI A POUR VALEUR :

$$P_v = \gamma H$$

LE POIDS VOLUMÉTRIQUE DES ROCHES γ $\frac{K}{m^3}$

H : LA PROFONDEUR EN m

L'EXPLOITATION CONDUIT À UN DÉSÉQUILIBRE ET UNE NOUVELLE DISTRIBUTION DES CONTRAINTES (MANIFESTATION DES PRESSIONS)

CLASSIFICATION ET DISCRIPTION DES METHODES D'EXPLOITATION
DES MINES METALLIFERES

5. GENERALITES :

LES MINES METALLIQUES EMPLOIENT D'UNE PART, PRESQUE TOUTES LES METHODES DE DEPIPAGE DES GISEMENTS SEDIMENTAIRES; D'AUTRE PART; DE NOMBREUSES AUTRES METHODES PERMISES PAR LES CARACTERISTIQUES SPECIALES DE CES MINES.

DE MEME QU' EN GISEMENTS SE PRESENTENT EN COUCHES; LORSQU' ON EXPLOITE LES GITES METALLIFERES; IL CONVIENT DE PLANIFIER LES TRAVAUX DE TELLE MANIERE QUE L'ORGANISATION CYCLIQUE PUISSE ETRE RIGOUREUSEMENT RESPECTEE.

LA PLUPART DES CLASSIFICATIONS DES METHODES DE DEPIPAGE EST BASEE SUR LE MODE DE TRAITEMENT DES VIDES CREES PAR L'EXPLOITATION.

LES METHODES D'EXPLOITATION PEUVENT ETRE CLASSER EN SIX CLASSES:

- 1° - METHODES D'EXPLOITATION PAR CHAMBRES VIDES
- 2° - METHODES D'EXPLOITATION PAR CHAMBRES MAGASINS
- 3° - METHODES D'EXPLOITATION PAR CHAMBRE REMBLAYEES
- 4° - METHODES D'EXPLOITATION PAR CHAMBRES BOISEES OU CHARPENTEES
- 5° - METHODES D'EXPLOITATION PAR CHAMBRES FOUROYEES
- 6° - METHODES D'EXPLOITATION PAR LIXIVIATION EN PLACE

IL S'AGIT D'UNE CLASSIFICATION LA PLUS SIMPLE ET LA PLUS EMPLOYEE. DANS CHAQUE CLASSE ILS EXISTENT PLUSIEURS VARIANTES

5.1 METHODES D'EXPLOITATION PAR CHAMBRES VIDES :

5.1.1. DEFINITION :

ON APPELLE CHAMBRE VIDE UN CHANTIER D'EXPLOITATION QUI EST CONSERVE SANS REMBLAYAGE NI MISE NE PLACE D'UN SOUTÈNEMENT SYSTEMATIQUE ET SANS QUE LE MINERAI SOIT PROVISOIREMENT LAISSE SUR PLACE . (VOIR FIGURE 15)

5.1.2 CONDITIONS ET MODE D'EMPLOI:

ON EMPLOIE LA METHODE D'EXPLOITATION PAR CHAMBRES VIDES QUAND ON A DES GISEMENTS METALLIFERES AVEC LE MINERAI ET LES ROCHES ENCAISSANTES DURS.

LORSQU'ON EXPLOITE PAR CHAMBRES VIDES LES GITES METALLIFERES INCLINES DE 30° ET PLUS, DONT LA PUISSANCE EST INFERIEURE A 3,5 m, ON EMPLOIE SOUVENT LA VARIETE DES GRADINS RENVERSES. SI LE PENDAGE EST MOINS DE 30° L'ABATAGE SE FAIT PAR LA VARIETE A FRONT CONTINU.

LORSQUE LES ROCHES ENCAISSANTES SONT STABLES ET LE MINERAI ET DUR ON PEUT EMPLOYER LES GRADINS DROITS, PARFOIS ON ADOPTE UN MODE D'ABATAGE MONTANT ET DESCENDANT DANS LEQUEL LA PARTIE SUPERIEURE DE L'ETAGE EST EXPLOITEE PAR GRADINS DROITS ET LA PARTIE INFERIEURE PAR GRADINS RENVERSES.

LORSQUE LE TRAVAIL SE FAIT EN DIRECTION, ON DISTINGUE L'EXPLOITATION UNILATERALE ET L'EXPLOITATION BILATERALE : DANS LE SECOND CAS, CHAQUE BLOC EST ATTAQUE EN CHASSANT SIMULTANEMENT DE DEUX COTES A PARTIR D'UNE BURE PARMIS LES METHODES D'EXPLOITATION PAR CHAMBRES VIDES IL CONVIENT EGALLEMENT DE CITES CEILLES PAR CHAMBRES ET PILIERS, DANS LES QUELLES LES PILIERS SEPARANT LES CHAMBRES SONT ABANDONNES DANS UN BUT DE SOUTÈNEMENT, AINSI QUE LES METHODES D'EXPLOITATION CONTINUE AVEC PILIERS DE MINERAI OU DES ROCHES STERILE DISPOSES IRREGULIEREMENT ET LES METHODES D'EXPLOITATION PAR CHAMBRES DANS LES QUELLES LES PILIERS DE MINERAI SONT REGULIEREMENT DISPOSES

PARMIS LES VARIETE LES PLUS RESPONDUES DANS LES METHODES D'EXPLOITATION PAR LES CHAMBRES VIDES C'EST LA VARIETE CHAMBRE EPILIERS QUI EST TRES UTILISEE DANS LES GISEMENTS PLATEURS ET QUI PERMET L'UTILISATION D'UNE MECANISATION TRES POUVEE (FORATION CHARGEMENT ET TRANSPORT etc).

AVANTAGES :

- SIMPLICITE DU TRACAGE
- FACILITE D'ADAPTATION AUX CARACTERES VARIABLES DU GISEMENT
- VOLUME DES TRAVAUX PREPARATOIRES PEUT IMPORTANT
- LARGE FRONT DE TRAVAIL ET FACILITE DE LA MECANISATION
- RENDEMENT REMARQUABLE
- ABSENCE DU SOUTÈNEMENT OU SON EMPLOI RESTREINT
- PRIX DE REVIENT REDUIT

INCONVENIENTS :

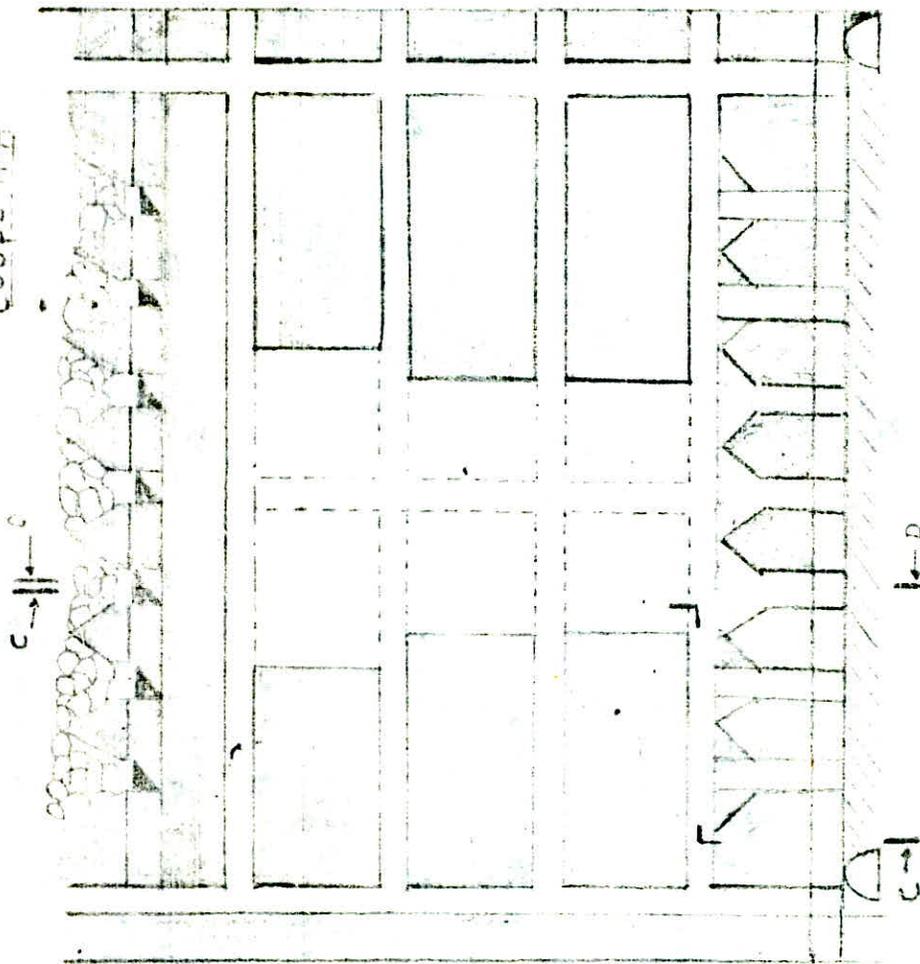
- PERTES DE MINERAI TRES ELEVES (10 A 60%)
- DANGER ET INSECURITE DE TRAVAIL SOUS LE TOIT MINU
- DIFFICULTE DE L'AERAGE DES CHAMBRES.

COUPE D-D



B-A

COUPE A-A

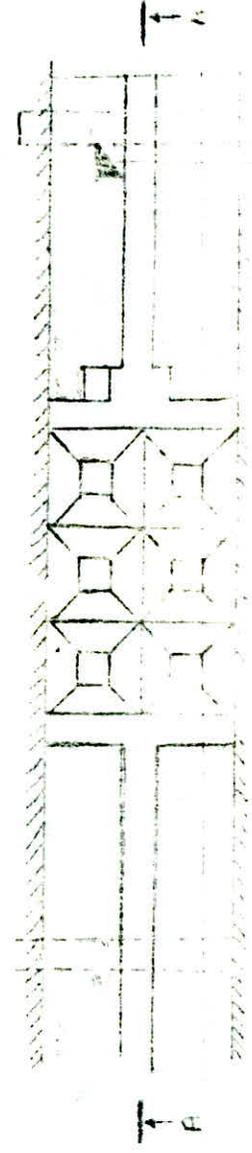
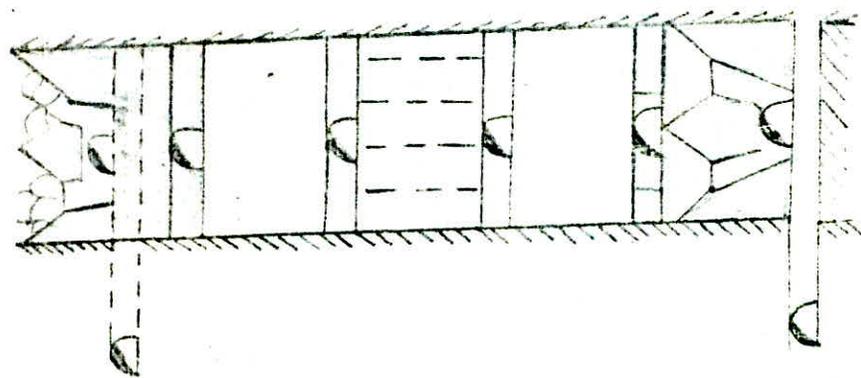


C-B

B-A

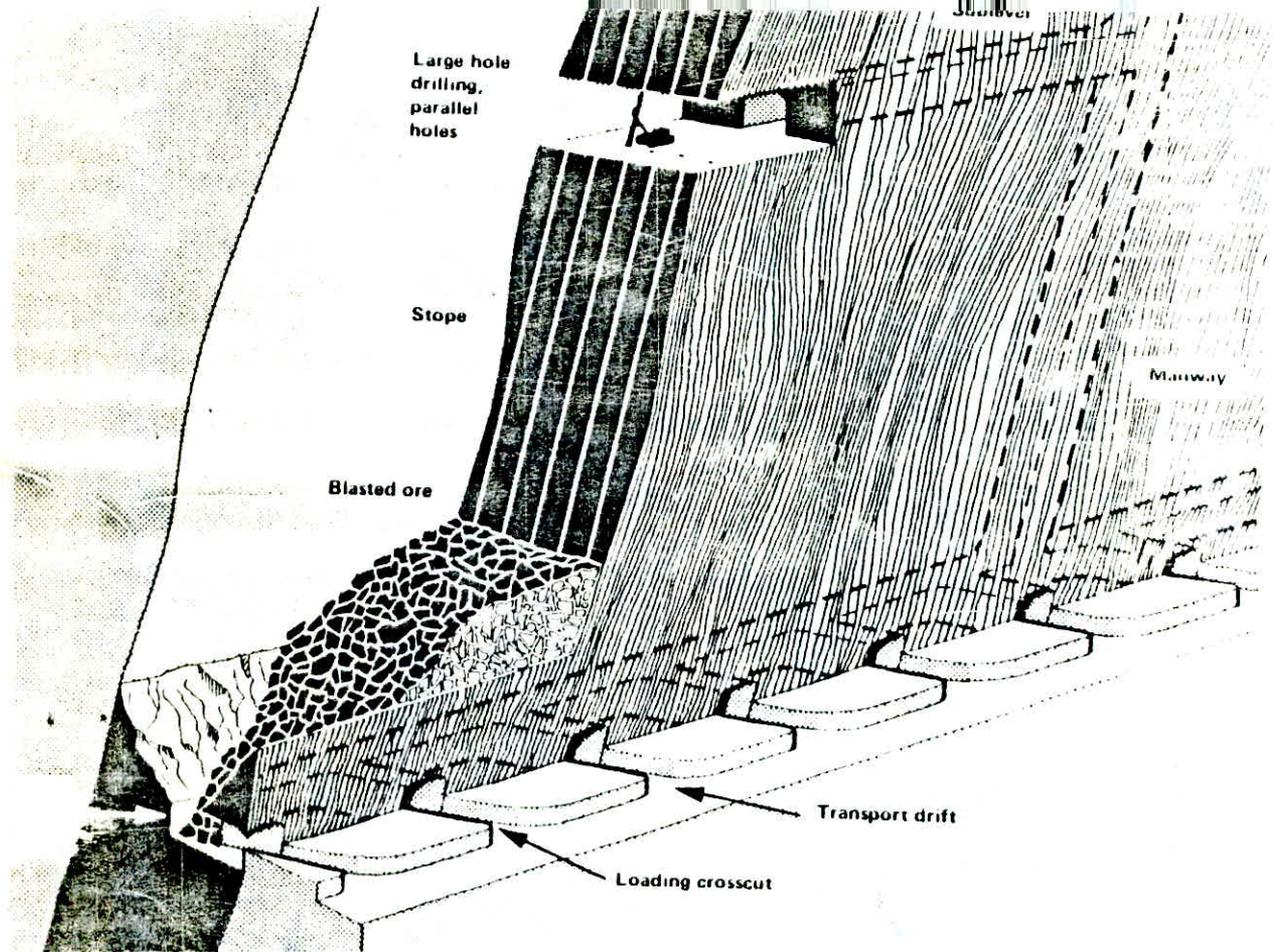
B-D

COUPE C-C

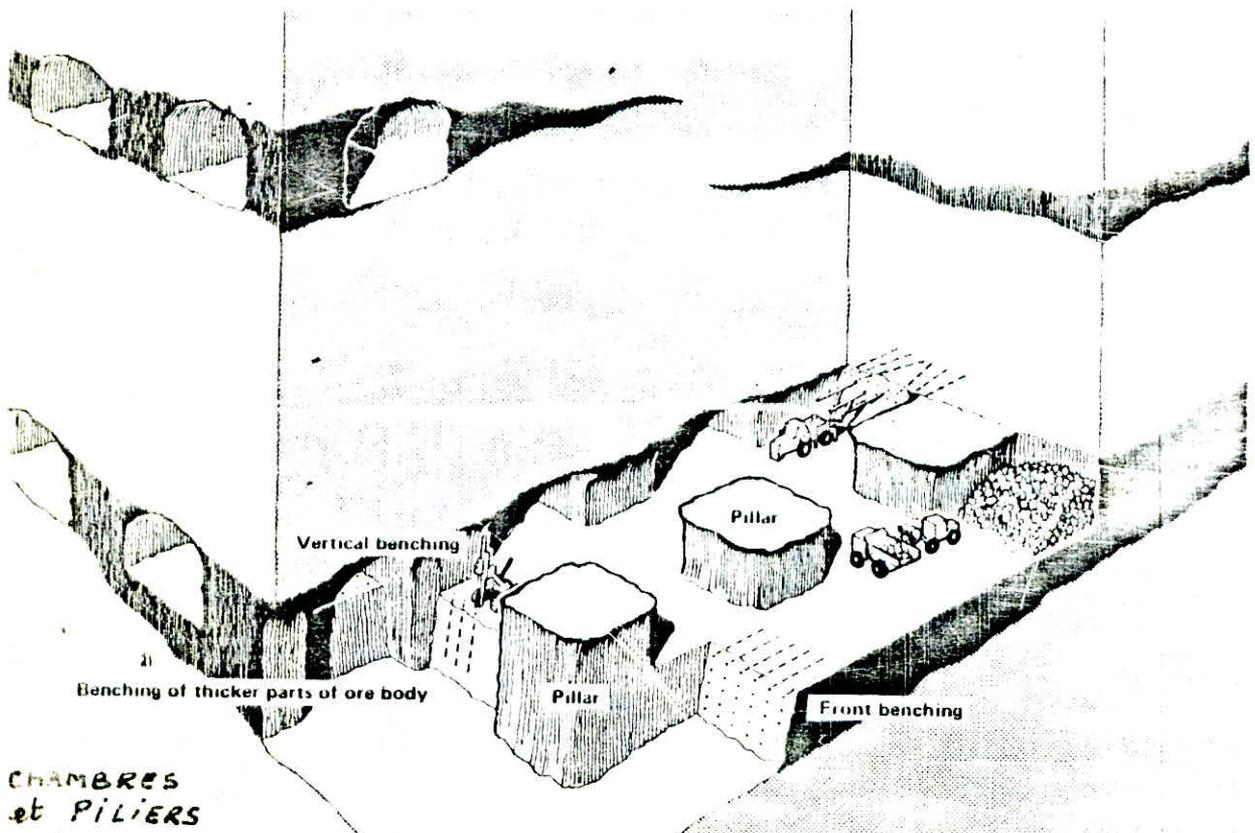


COUPE B-B

* CHAMBER VIDE
 (Sous l'arche
 de la nef principale
 pour 30.00)



CHAMBRES VIDES



CHAMBRES
et PILLIERS

5.2.1 DEFINITION :

ON APPELLE CHAMBRE MAGASIN C'EST UNE METHODE D'EXPLOITATION SOUTERRAINE MONTANTE DANS LAQUELLE UNE PARTIE DU MINERAI ABATTU EST PROVISOIREMENT LAISSEE EN PLACE POUR SERVIR DE PLANCHER DE TRAVAIL

- DANS UNE PREMIERE PHASE ON NE SOUTIRE QUE LA PARTIE DU MINERAI CORRESPONDANT AU ~~FEIKEMENTXX~~ FOISSONNEMENT (REPRESENTANT 30 A 40%)
- DANS LA DEUSIEME PHASE LA CHAMBRE EST ENTIEREMENT VIDE

5.2.2. CONDITIONS ET MODE D'EMPLOI :

LES ROCHES ENCAISSANTES SONT SOUTENUES PRINCIPALEMENT PAR PILIERS ENTRE LES CHAMBRES ET NETRE LES ETAGE. APRES LE SOUTIRAGE DEFINITIF, LES VIDES CREES PAR L'EXPLOITATION SONT LIQUIDES PAR LE FOUROYAGE OU LE REMBLAGE .D'APRES LES CONDI-TIONS D'EMPLOI, CETTE METHODE DE DEPILAGE ET TRES PROCHE A CETTE PAR SOUS-NIVEAUX ABATTUS. LA TENUE DE MINERAI ET DES EPONTES DOIT ETRE BONNE CAR LES OUVRIERS SE TROUVENT SOUS LE TOIT NU.

LE MINERAI NE DOIT PAS SE COLMATER, S'OXYDER ET S'ENFLAMMER.

L'ANGLE DE PENDAGE AU MOINS DOIT ETRE 50° A 60°.

LA PUISSANCE PEUT ETRE N'IMPORTE, MAIS LA PUISSANCE EXPLOITEE DOIT ETRE SUPPE-RIEURE A UN METRE POUR ASSURER LE DEBLOCAGE DU MINERAI PAR GRAVITE LA VALEUR DE MINERAI N'A PAS D'IMPORTANCE ESSENTIELLE ET ELLE INFLUE SEULEMENT SUR LE CHOIX DE TELLE OU TELLE VARIANTE APPLICABLE.

ON DISTINGUE DEUX VARIANTES PRINCIPALES DE CETTE METHODES.

-- CHAMBRES MAGASINS AVEC ABATTAGE PAR TROUS DE MINE.

-- CHAMBRES MAGASINS AVEC ABATTAGE PAR TROUS PROFOND A PARTIR DES OUVRAGES

PREPARATOIRES.

5.2.3 DEPILAGE :

LE DEPILAGE COMPREND: L'ABATTAGE, L'EMMAGASINAGE DU MINERAI, L'EVACUATION PAR-TIELLE DU MINERAI QUI CORRESPEND AU VOLUME FOISSONNE, LE SOUTIRAGE FINAL ET LA RECUPERATION DES PILIERS LORSQU'IL EST POSSIBLE.

L'ABATTAGE EN CHAMBRE SE FAIT SOIT PAR GRADIN UNIQUE DE 1,5 A 2 m DE HAUTEUR CHASSANT D'UN BOUT A L'AUTRE SOIT PAR PLUSIEURS GRADINS DECALAIS FORMANT UN FRONT DIAGONAL DE LA CHAMBRE (VOIR FIGURE 17).

LES GRADINS SONT FORES PAR TROUS DE MINE VERTICAUX OU HORIZONTAUX, EN MEME TEMPS ON PERCE DES TROUS DE FAIBLE PROFONDEUR DANS LES GROS BLOC POUR EFFECTUER LE DEBITAGE SECONDAIRE; CETTE DISPOSITION PERMET LE TRAVAIL SIMULTANE DE PLUSIEURS CHANTIERS.

L'EXCES DE MINERAI APRES ABATTAGE (ENVIRON 30 A 40%) EST SOUTIRE POUR AVOIR TOUJOURS UN VIDE SUFFISANT (DE 1,8 A 2,2 m) ENTRE LE MINERAI EN PLACE ET CELLU , EMMAGASINE, ET UNE SURFACE PLUS AU MOINS PLANE.

IL EST DESIRABLE D'AVOIR UN FRONT CONTINUE DE LA CHAMBRE CE QUE L'EMPLOIE ASSEZ FREQUAMENT L'ORS DE L'EXPLOITATION DES FILONS MINCES.

ECONOMIQUEMENT IL FAUT NOTER QUE LES DEPENSES SUR LE CHARGMENT DU MINERAILA LIQU IDATION DES ENGORGEMENTS; L'APLANISSEMENT DE LA SURFACE APRES TIR CONSTITUENT EN MOYEN. 25 A 60% DE DEPENSES TOTALES SUR LE DEPIPAGE.

5.2.4 AVANTAGES ET INCONVENIENTS :

ETANT DONNE QUE LES METHODES D'EXPLOITATION PAR CHAMBRE MAGASIN SONT RARE DANS LES GISEMENTS IMPORTANTS; NOUS CONSIDERONS LEURS AVANTAGES ET INCONVENIENTS EN FILONS PENTES DE 0,5 A 5 m DE PUISSANCE OU ELLES RESTENT ASSEZ REPENDUE.

AVANTAGES :

- 1°-FAIBLE TRAVAUX PREPARATOIRES ET TRACAGES DE L'EXPLOITATION.
- 2°-ABSENCE DE SOUTÈNEMENT OU SON EMPLOI RESTREINT.
- 3°-CONDITION DE TRAVAIL : LES OUVREIRS SE TROUVE SUR LE MINERAI ABBATU; POSSIBILITE DE CONTROLER LE TOIT ET L'AERAGE DU BLOC SANS DIFFICULTES.
- 4°-SIMPLICITE DU SCHEMA ET SON ADAPTATION AUX ALLURES CHANGEANTES DU GISEMENT.
- 5°-POSSIBILITE DE REGLER LA PRODUCTION DE LA MINE GRACE AUX RESERVES DE MINERAI EMMAGASINE.

6°-PERTES ACCEPTABLES DE MINERAI

LA METHODE D'EXPLOITATION PAR CHAMBRE MAGASINS CONDUIT A DES RENDEMENTS D'ABATTAGE CONSIDERABLES; MAIS A UN RENDEMENT FOND PLUS MODESTE; POUR SURMONTER CETTE INCONVENIENT, IL EXISTE YA DEUX METHODES MODERNES AVEC UNE MECANISATION TRES PUSSEEE

- a- EXPLOITATION PAR PUIITS ASCENDANTS AVEC GRAINPEUR ALIMARK.
- b- EXPLOITATION PAR CHARGES SPHERIQUES PLACEES DANS DES TROUS DE GRANDE DIAMETRES.

INCONVENIENTS :

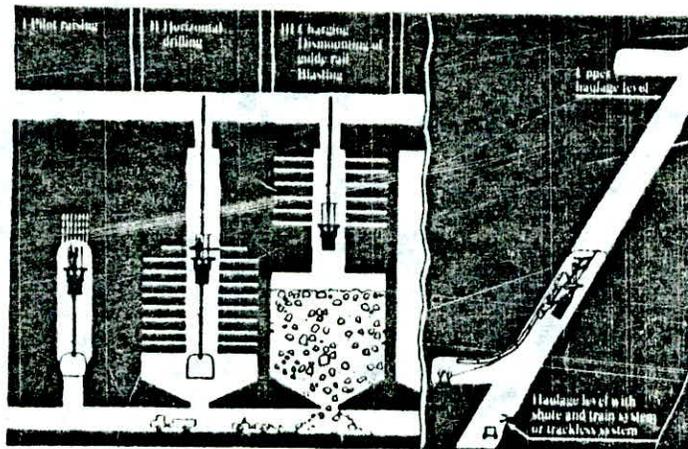
1°-CONDITIONS DURES D'EMPLOI DE CETTE METHODES DE DEPILAGE (ANGLE DE PENDAGE PROPRIETES DE MINERAI; etc).

2°-IMMOBILISATION DU MINERAI ABATTU DANS LE CHANTIER JUSQU' A L'ACHEVEMENT DU DEPILAGE ET IMPOSSIBILITE DE CONNAITRE ET DE CONTROLER LE PRIX DE REVIENT JUSQU' A LA FIN DU SOUTIRAGE DU MINERAI.

3°-DANGER ET INSECURITE DU SOUTIRAGE LORSQUE LE MINERAI SE BLOQUE ET NE COULE PLUS (LES CHANCES DE BLOCAGE SONT PARTICULIEREMENT IMPORTANTES DANS LES FILONS MINCES; CE QUI Y REND CETTE METHODE PRATIQUEMENT INAPPLICABLE).

4°-DILUTION CONSIDERABLE PAR SUITE DU DECOLLEMENT DE BLOCS DANS LA CHAMBRE LORSQU' ON RENCONTRE DES ZONES DE ROCHES INSTABLES.)

5°-IMPOSSIBILITES D'INTRODUIRE UNE MECANISATION MODERNE ET LOURDE.



Exploitation par puits ascendants avec grimpeur ALIMAK.

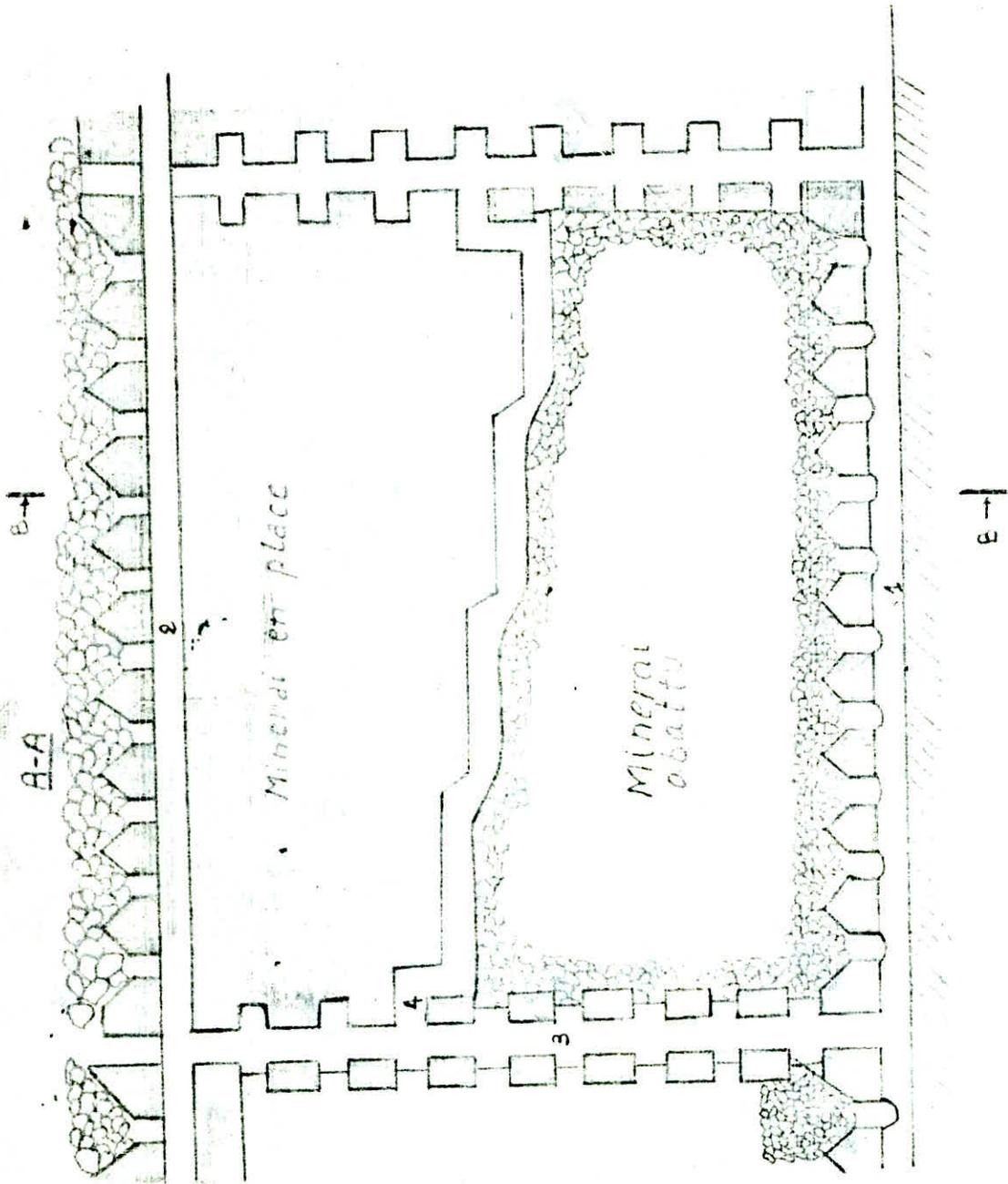
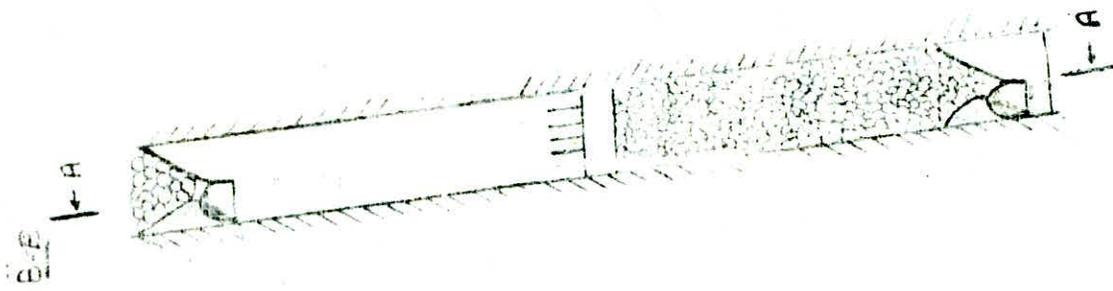


Fig 17: Champre Negasi: 1-gallé di wige f. 2-baleri
3-Chimney, 4-bien.

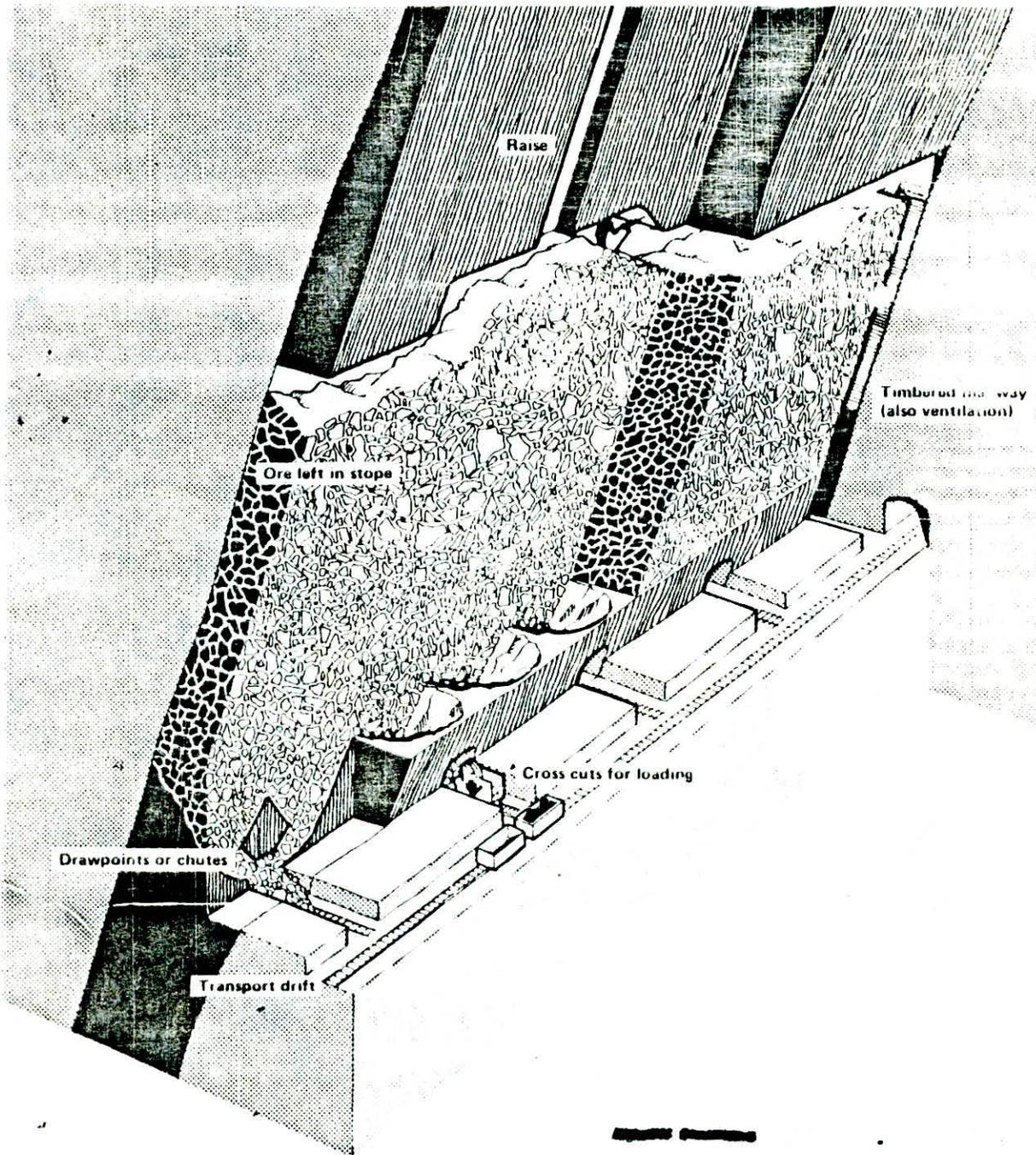


Fig: 18

5.3 METHODES D'EXPLOITATION PAR CHAMBRES REMBLAYEES :

5.3.1 DEFINITION :

ON APPELLE CHAMBRES REMBLAYEES LES METHODES D'EXPLOITATION DANS LES QUELLES LE MINERAL EST EVACUE IMMEDIATEMENT APRES SONT ABATTAGE ET LE VIDE CREE PAR L'EXPLOITATION EST COMBLE PAR UN REMBLAI

5.3.2 MODE ET CONDITIONS D'EMPLOI :

LE REMBLAGE ENTRE DANS LE CYCLE DE TRAVAUX D'EXPLOITATION ET IL PEUT ETRE EFFECTUE DE DEUX MANIERES :

1- EN MEME TEMPS QUE LES TRAVAUX D'EXPLOITATION, AU MUR ET A MESURE DU DEPLACEMENT DU CHANTIER.

2- APRES AVOIR L'ENLEVEMENT DU MINERAL DANS UN SECTEUR DETERMINE, DANS CE DERNIER CAS : LE REMBLAYAGE NE FAIT PAS PARTIE INTERGRANTE DE LA METHODE D'EXPLOITATION ELLE MEME; MAIS ET DESTINE A MAINTENIR LES EPONTES APRES LA FIN DES TRAVAUX D'EXPLOITATION PAR CHAMBRES VIDES, CHAMBRES MAGASINS POUR EVITER LES MOUVEMENTS BRUTAUX DES TERRAINS OU POUR FACILITER LA RECUPERATION DES PILIERS.

LES CHAMBRES REMBLAYEES SONT APPLIQUEES POUR L'EXPLOITATION DES FILONS MINCES PORTEMENT PENTES; PLUS RAREMENT POUR LES GISEMENTS DE MOYENNE PUISSANCE ET LES AMAS IMPORTANTS.

EN OUTRE, IL EST RATIONNEL D'EMPLOYER CES METHODES POUR DES MINERAIS DE GRANDE VALEUR (OR, ARGENT ; TUNGSTIN; PLATINE) EN CAS DE MAUVAISE EPONTES; DE MINERAIS INFLAMMABLE ; D'IMPOSSIBILITE D'APPAISEMENT DES TERRAINS ET DES GISEMENTS PROFONDS AYANT UN DANGER DE COUP DE ROCHE

5.3.3. MATERIAUX DE REMBLAYAGE.

LES MATERIAUX UTILISES POUR LE REMBLAYAGE SONT :

- LES STERILES DES LEVERIES ET DES SCORIES DES USINES.
- LES TERRES PROVENANTS DES TRACAGES AU ROCHER.
- LES REMBAIS PRELEVES DANS L'UNE DES EPONTES DU CHANTIER (POUR FILONS MINCES).
- LES REMBLAIS DES CARRIERES SPECIALEMENT ACHEMINES DU JOUR AU FOND.
- LES REMBLAIS SOUTIRES DES CHANTIERS AMONTS.

LES CHOIX DES REMBLAIS DEPEND DES MOYENS UTILISES POUR LES METTRE EN PLACE.

5.3.4 METHODES DE A MISE EN PLACE DES REMBLAIS :

ON DISTINGUE AUTRE METHODES DE REMBLAYAGE :

- REMBLAYAGE A MAINS : IL CONSISTE A METTRE LES REMBLAIS MANUELLEMENT SANS AUCUN MOYENS MECANIQUE.
- REMBLAYAGE MECANIQUE : IL CONSISTE A METTRE LES REMBLAIS MECANIQUEMENT A L'AIDE D'UN MATERIEL (SCRAPER; POULE MECANIQUE, MACHINE AUTOMOTEUR ...).
- REMBLAYAGE PNEUMATIQUE : IL CONSISTE A TRANSPORTER LES REMBLAIS A L'AIDE DE L'AIR COMPRIE DANS DES TUYAUTES SPECIALES.
- REMBLAYAGE HYDRAULIQUE : IL CONSISTE A TRANSPORTER LES REMBLAIS DU JOUR AU FOND PAR UN COURANT D'EAU QUE SE DEPLACE SOUS L'ACTION DE LA GRAVITE DANS DES CANALISATION SPECIALES AU CHANTIER; L'EAU SE SEPRE DES SOLIDE PAR UNE SIMPLE DECANTATION.

5.3.5 AVANTAGES ET INCONVENIENTS :

AVANTAGE :

- LA METHODES EST SOUPLE ET PERMET D'EXPLOITER LES CORPS MINERALISES AVEC INTERCALATION ROCHEUSES OU COMPORTANT DES IRREGULARITES DES EPONTES.
- LA RECUPERATION DES MINERAIS EST TRES ELEVEE.
- LA DILUTION DU MINERAI EST FAIBLE
- LA METHODE PERMET LE TIRAGE DU MINERAI DIRECTEMENT DANS LE CHANTIER.
- LA METHODE ASSURE LA SECURITE DE TRVAIL ET LA SECURITE VIS A VIS DU FEU DE LA MINE
- LA METHODE EST REMARQUABLE EN MATIERE DE DEBAT MINIER CAR L'AFFAISSEMENT DES TERRAINS Y EST SANS IMPORTANCE.
- PERMET UNE MECANISATION TRES POUSSEE (MECANISATION PAR PNEUX; JUMBO; CHARGEUSE; TRANSPORTEUSE)

INCONVENIENTS :

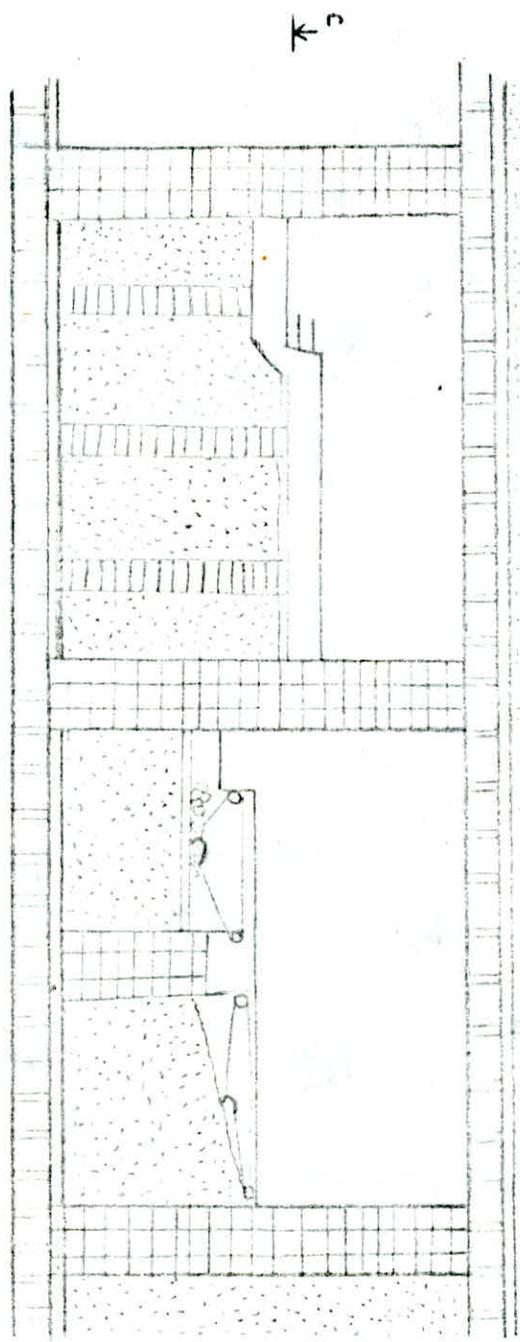
- LE RENDEMENT DU CHANTIER EST EN GENERAL BAS.
- LES FOURNITURE POUR LE REMBLAYAGE ET LA MISE EN PLACE REPRESENTENT UNE CHARGE TRES IMPORTANTE SUR LE PRIX DE REVIENT.
- LES PERTES DE MINERAI FIN ET CONSIDERABLE EN CAS D'UNE MAUVAISE QUALITE PLANCHER.

CHAMBRE REMPLAEE



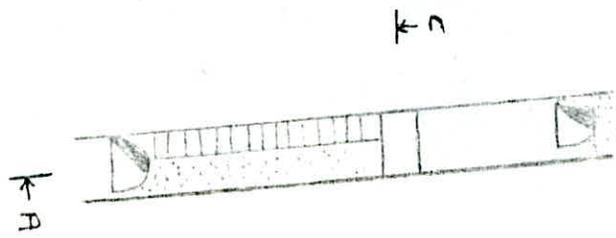
B-1

C-C



B-1

A-A



B-1

B-2

Fig: 19

5.4 METHODES D'EXPLOITATION PAR CHAMBRES BOISEES OU CHARPENTIERES:

5.4.1. DEFINITION :

ON APPELLE METHODES D'EXPLOITATION PAR CHAMBRES BOISEES OU CHARPENTIERES; LES METHODES DANS LES QUELLES LE VIDE CREE PAR LE DEPILAGE EST CONSERVE PAR UN SOUTÈNEMENT ARTIFICIEL SYSTEMATIQUE. (VOIR FIGURE 21 ET 22).
LE SOUTÈNEMENT PLACE AU FUR ET A MESURE DE L'ABATTAGE DU MINERAL SERT EGALÈ-
MENT A L'INSTALLATION D'UN PLANCHER DE TRAVAIL SUR LE QUEL SE TIENNENT LES OUVRIERS

5.4.2 MODE ET CONDITIONS D'EMPLOI :

CES METHODES SONT GÈNERALEMENT UTILISEES DANS LES FILONS DONT LA PUISSANCE EST INFÈRIEURE A 4,5 m; DE FORME PLUS AU MOINS IRREGULIERE., EN TERRAINS DIFFICILES POUR DES MINERAIS DE MAUVAISE TENUE. ON LES APPLIQUE GÈNERALEMENT LORS DE L'EXPLOITATION DES MINERAIS DE GRANDE VALEUR (Ag, Au; Pe; Va).

-CES METHODES PEUVENT ÈTRE CLASSEES EN DEUX GROUPES?

1°-METHODES D'EXPLOITATION PAR CHAMBRES BOISEES OU CHARPENTIERES SANS REMBLAYAGE.

2°-METHODES D'EXPLOITATION PAR CHAMBRES BOISEES OU CHARPENTIERES AVEC REMBLAYAGE.

-LE PREMIERS GROUPE COMPREND LES METHODES DANS LES QUELLES LE VIDE DE L'EXPLOITATION EST MAINTENU AU MOYEN DU SEUL SOUTÈNEMENT ARTIFICIEL, DANS CE CAS S'IL Y A ~~DE~~ REMBLAYAGE, CELLE CI N'EST PAS DESTINE A SOUTENIR LES TERRAINS ~~MAIS RESULTE~~ MAIS RESULTE DE L'ABANDON DE LA ROCHE STERILE ADAPTE EN MEME TEMPS QUE LE MINERAL DANS LE VIDE DE L'EXPLOITATION.

EN PRATIQUE : LES METHODES DES CHAMBRES BOISEES SANS REMBLAYAGE SONT EMPLOYEES POUR L'EXPLOITATION DES GITES FILONIENS DONT LA PUISSANCE EST INFÈRIEUR 4,5 m

-LES METHODES DES CHAMBRES BOISEES OU CHARPENTIERES AVEC REMBLAYAGE SONT CELLES OU, POUR SOUTENIR LE VIDE CREE PAR L'EXPLOITATION, ON PROCEDE A LA MISE EN PLACE D'UN SOUTÈNEMENT ARTIFICIEL ET REMBLAYAGE DE MANIERE PERMANENTE ET SYSTEMATIQUE. LE SOUTÈNEMENT ^{EST} PLACE AU FUR ET A MESURE DE L'ABATTAGE DES MINERAL, IL SERT A MAINTENIR LE TOIT ET LES EPENTES.

INCONVENIENTS :

- LE RENDEMENT DU CHANTIER EST TRES BAS
- LA CONSOMMATION DU BOIS EST TRES ELEVEE
- LE PRIX DE REVIENT DE LA TONNE DE MINERAL EST TRES ELEVE
- LA DIFFICULTE DE MECANISATION DE DEPILAGE.

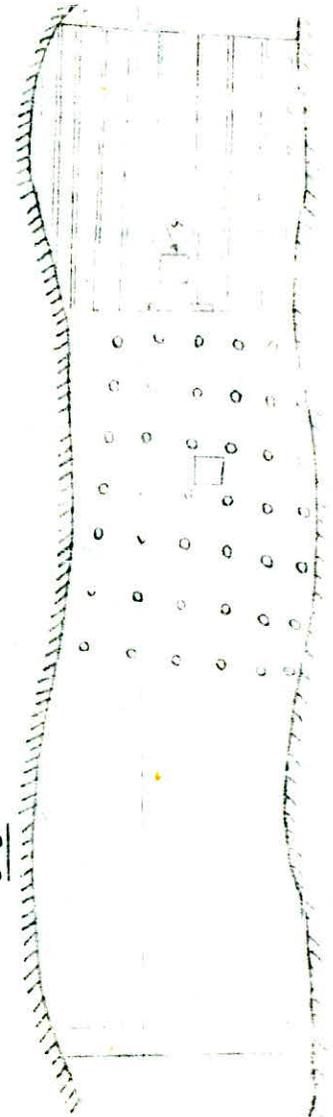
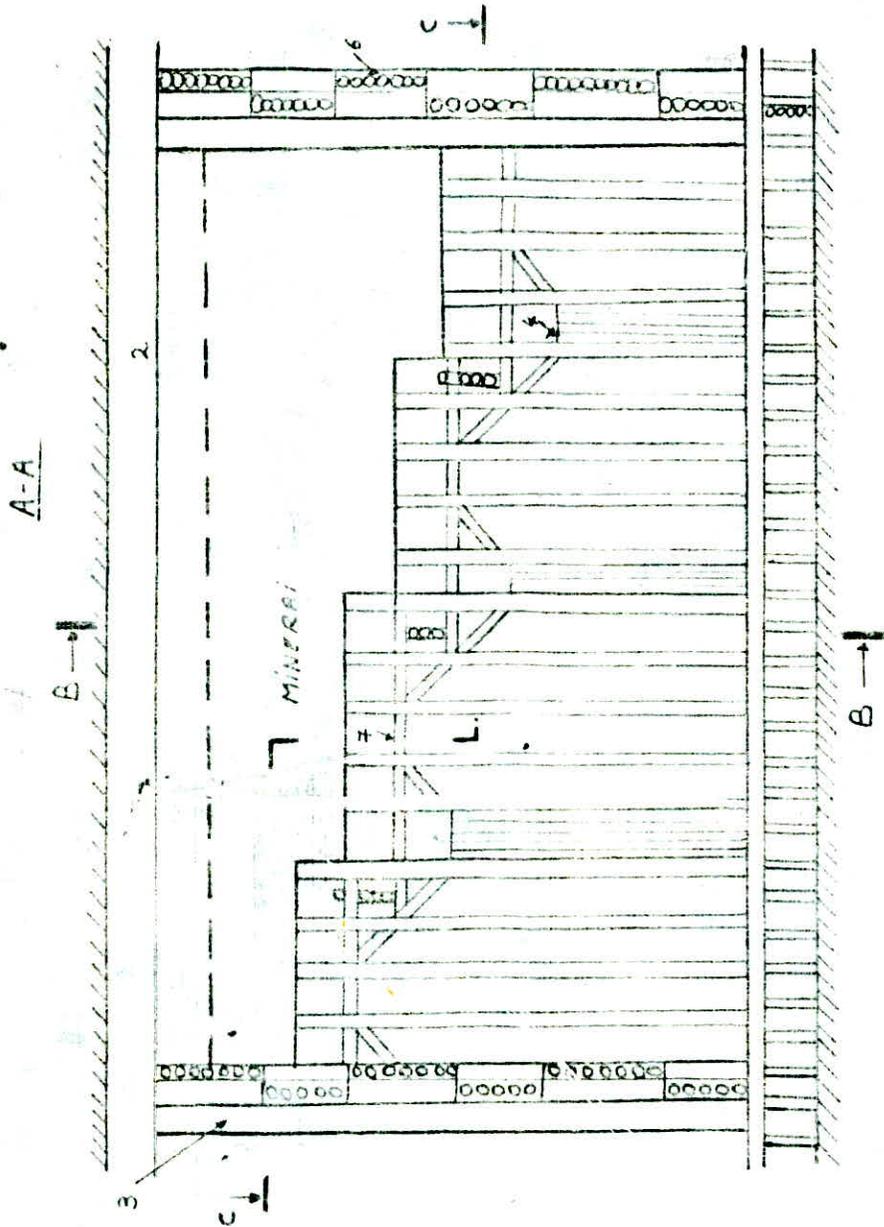
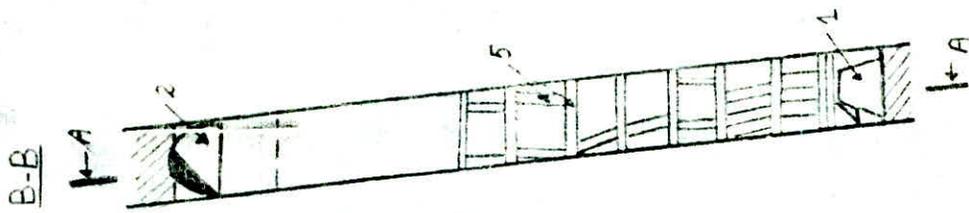


Fig 21 : Méthode d'exploitation par chambre boisée

- 1: galerie de roulage 2: galerie d'aérage 3: cheminée de bloc
 4: Cheminée à minéral 5: boisage par pousards 6: échelle
 7: plancher de travail

5.5. METHODES D'EXPLOITATION PAR CHAMBRES FOUROYEES:

5.5.1. DEFINITION :

SUIVANT LA TERMINOLOGIE DES MINES METALLIQUES CONSACREE PAR L'USAGE, LES METHODES DES CHAMBRES FOUROYEES SONT CELLES DANS LES QUELLES LE MINERAL ET LES FORMATIONS STERILES SUS-JACENTES S'ENFONDRONT SOUS L'EFFET DE LA PRESSION ET CELLES DANS LES QUELLES LE MINERAL EST ABATTEU A L'EXPLOSIF MAIS OU LE FOUROYAGE DES TERRAINS SUS-JACENTES FAIT PARTIE INTEGRANTE DE L'EXPLOITATION.

5.5.2 MODE ET CONDITIONS D'EMPLOI :

ON PEUT CLASSER LES METHODES D'EXPLOITATION PAR CHAMBRES FOUROYEES EN TROIS GROUPES INDEPENDANTS.

- 1°-TRANCHES FOUROYEES (VOIR FIGURE 23 A).
- 2°-SOUS ETAGES FOUROYEES (VOIR FIGURE 23 C).
- 3°-BLOCS FOUROYES (VOIR FIGURE 23 B).

LES METHODES DU PREMIER GROUPE SONT EMPLOYEES POUR L'EXPLOITATION DES GISEMENTS PUISSANTS DE MINERAL MOYENNEMENT DUR, ET TENDRES, REPOSANT A FAIBLE PROFONDEUR SOUS DES TERRAINS S'ENFONDRANT FACILEMENT, LORSQU' IL N'EST PAS INDISPENSABLE D'EVITER LES APPAISSEMENTS DE SURFACE.

LA HAUTEUR DE L'ETAGE EST GENERALEMENT FAIBLE : 25 A 50 m L'ETAGE EST PARTAGE EN TRANCHES HORIZONTALES DE 2 A 3,5 m QUE L'ON EXPLOITE DANS L'ORDRE DESCENDANT L'ACCES AU GISEMENT SE FAIT PAR DES TRAVERS-BANCS ET L'EXTRACTION DU MINERAL APRES ABATAGE SE FAIT PAR DES VOIES INCLINEES (ASCENDANTE) JUSQU' A LA LIMITE SUPERIEURE DE L'ETAGE QUI SONT BRANCHEES A UNE GALERIE DE ROULAGE CREUSEE AU MILIEU DU GISEMENT.

LES VOIES CREUSEES DANS LES TRANCHES SONT BOISEES PAR CADRES SANS ORNEMENTS. LA SOLE DES VOIES DANS LES TRANCHES EST REVETUE D'UN PLANCHER DE BOIS AFIN D'EVITER LE MELANGE DU MINERAL DE LA TRANCHE INFERIEURE AVEC LA ROCHE PROVENANT DU FOUROYAGE DE LA TRANCHE SUPERIEURE.

LORSQU' ON EMPLOIE LES METHODES DES TRANCHES FOUROYEES; LES PENTES VARIENT ENTRE 2 A 5% ET LA DILUTION EGALEMENT 2 A 5%.

DANS LE BUT D'ECONOMISER LE BOIS ET DE FACILITER LE TRAVAIL, ON PROCEDURE A DES ESSAIS DE REMPLACEMENT DU PLANCHER DE BOIS PAR UN GRILLAGE METALLIQUE SOUPLE.

LES METHODES DEUXIEME GROUPE (SOUS-ETAGES FOUROYES) NE REPRESENTENT QU'UNE APPLICATION A PLUS GRANDE ECHELLE DE LA METHODE DES TRANCHES FOUROYES.

CES METHODES SONT APPLICABLES DANS LE CAS OU LE MINERAI EST MI-DUR ET LES RECHES SUS-JACENTES DOIVENT S'EFFONDRE FACILEMENT. DE MEME QUE DANS LES METHODES DES TRANCHES FOUROYES, LE MINERAI EST ENLEVE PAR TRANCHES HORIZONTALES MAIS D'OUVERTURE PLUS GRANDE (5 A 10 m). CHAQUE TRANCHE EST AINSI UN SOUS-ETAGE.

LA DIFFERENCE ENTRE LA METHODE DES TRANCHES FOUROYES ET CELLE DU SOUS-ETAGES FOUROYES EST LA SUIVANTE : DANS CETTE DERNIERE UN BANC DE MINERAI EST LAISSE AU DESSUS DE L'EMPLACEMENT DE CHAQUE ENLEVURE. CE BANC EST FOUROYE AVANT L'ATTAQUE DE L'ENLEVURE SUIVANTE :

LES METHODES DU TROISIEME GROUPE (BLOCS FOUROYES) SONT DES APPLICATION A PLUS GRANDE ECHELLE DES METHODES DES SOUS-ETAGES FOUROYES; LA TRANCHE DE MINERAI FOUROYEE EN UNE FOIS A ICI LA HAUTEUR DE L'ETAGE.

DANS CETTE METHODE LE GISEMENT EST PARTAGE EN BLOCS QUI SONT SUCCESSIVEMENT COUPES A LEUR PARTIE INFERIEURE ET FOUROYES.

LES GALERIES PRINCIPALES SONT TRACÉES A INTERVALLES DE 30 m ENVIRON; A PARTIR DE CES GALERIES DE PART ET D'AUTRE, ON CREUSE DES VOIES INCLINÉES 50° ESPACÉES DE 7,5m. CES VOIES SONT REVELUES D'UN BOISAGE CONTINU ET PARTAGÉES EN DEUX COMPARTIMENT L'UN DESTINE A LA CIRCULATION DES OUVRIERS L'AUTRE A LA DESCENTE DU MINERAI.

LA METHODE DES BLOCS FOUROYES EST EMPLOYEE POUR L'EXPLOITATION DES GISEMENT PUISSANTS A FORT PENDAGE (65°), REPOSANT SOUS DES TERRAINS S'EFFONDANT FACILEMENT LE MINERAI DOIT DEMEURER STABLE AU COURS DES TRAVAUX PREPARATOIRES ET DE LA REALISATION DES COUPURES A LA BASE DES BLOCS; MAIS DOIT AUSSI SE DETACHER DES ROCHES ENCAISSANTES ET SE FRACTIONNER AU MOMENT DU FOUROYAGE SE LE MINERAI NE DETACHE PAS DES ROCHES ENCAISSANTES, IL CONVIENT DE LE SEPARER DE CELLES-CI PAR DES CREUSEMENTS, SE QUI AUGMENTES; LE PRIX DE REVIENT DES TRAVAUX ET DIMINUE LEURS PRODUCTIVITE

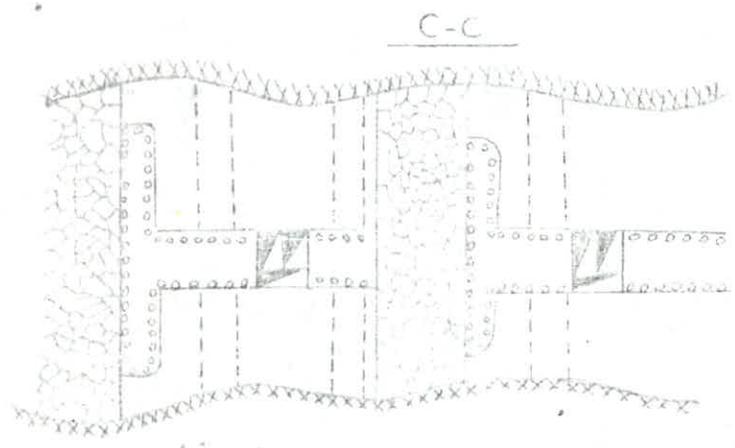
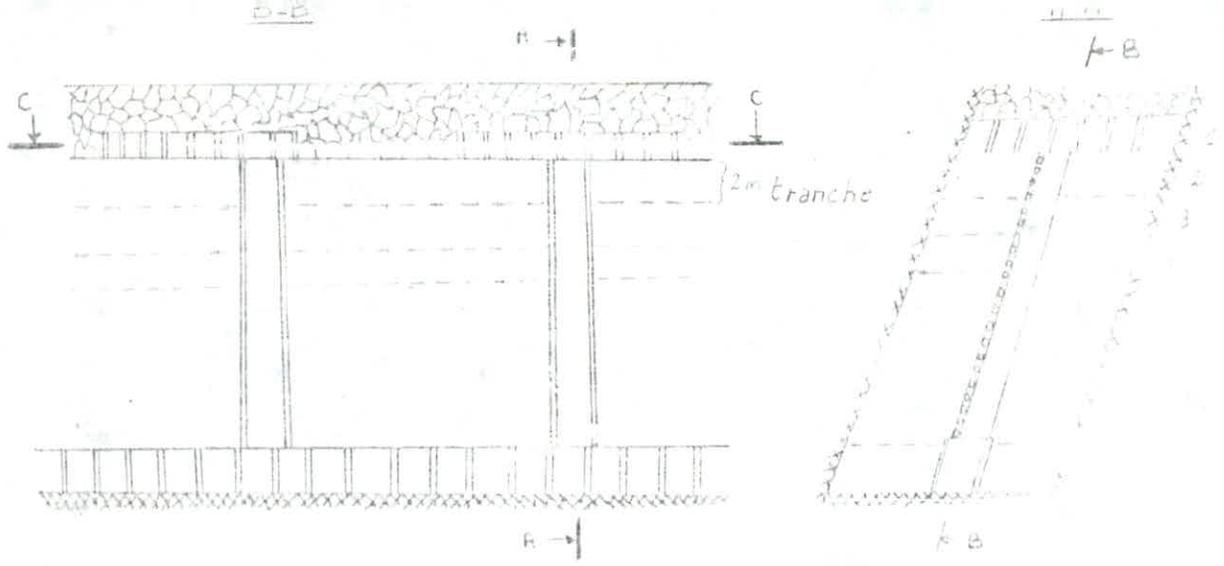


Fig 23 H : Méthode d'exploitation par tranches, four à l'air
1, 2, 3, 4 tranches

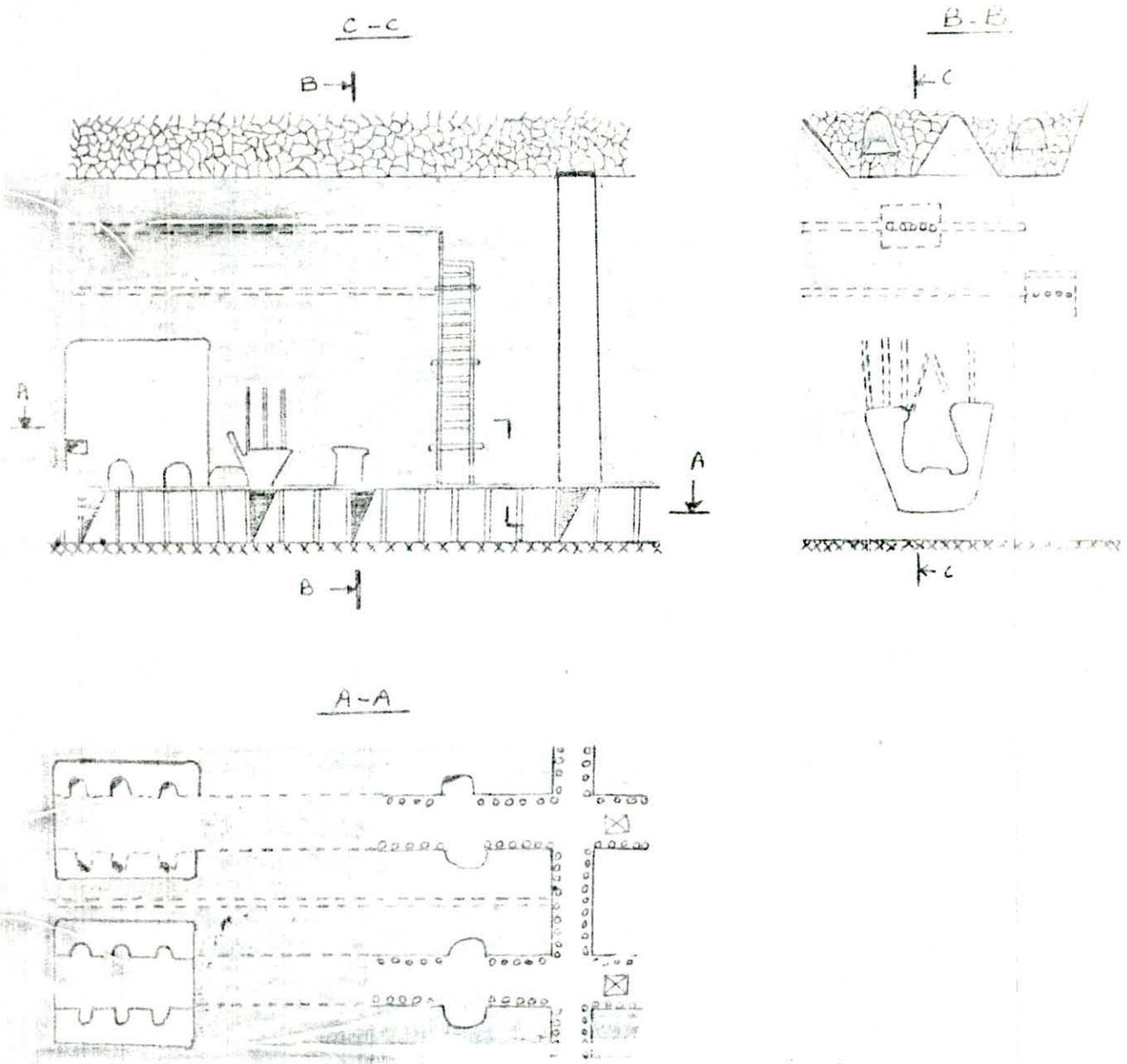


Fig 23 B : Méthode d'exploitation par sous-étage feuilleté

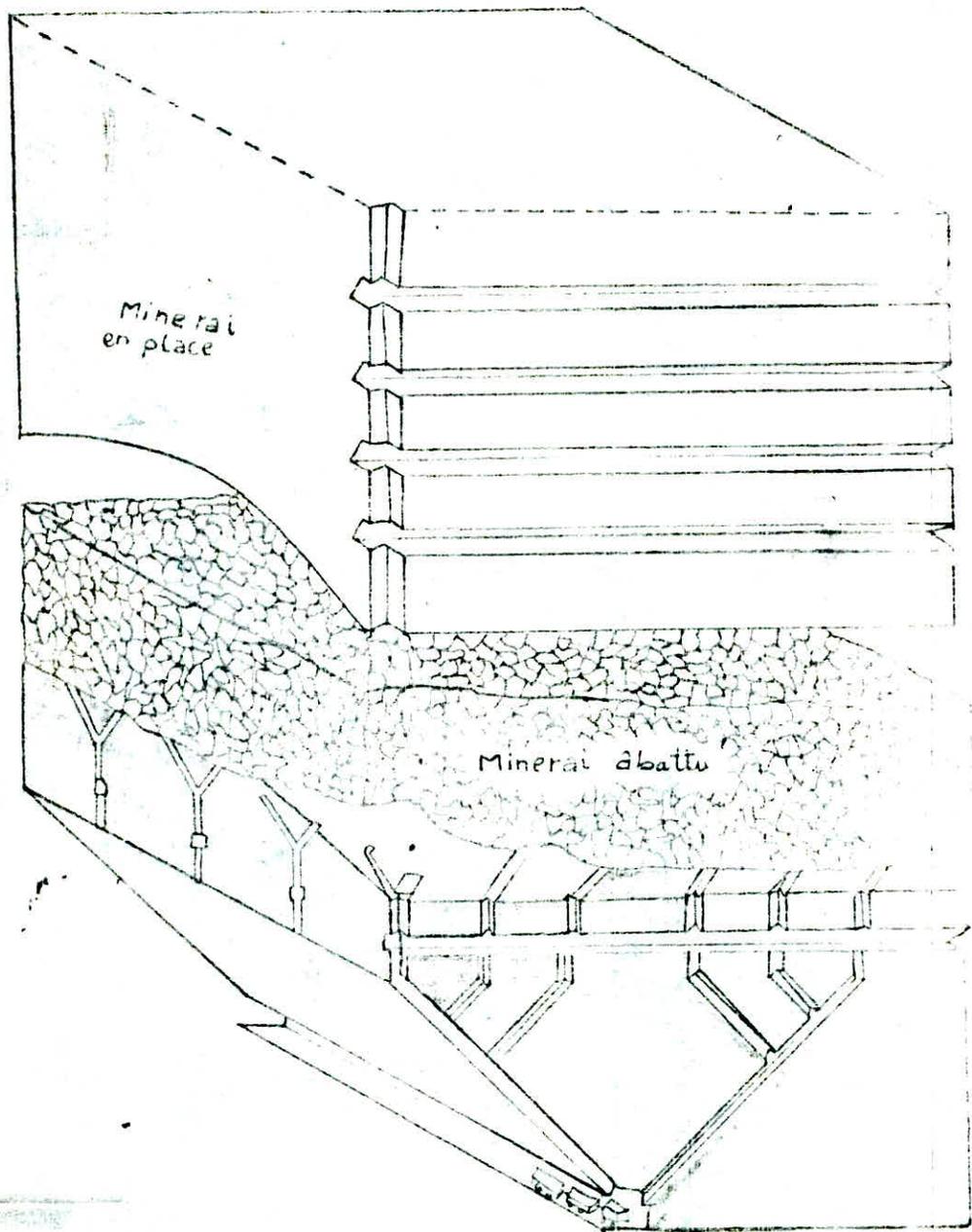


Fig 23C : Foudroyage par étage

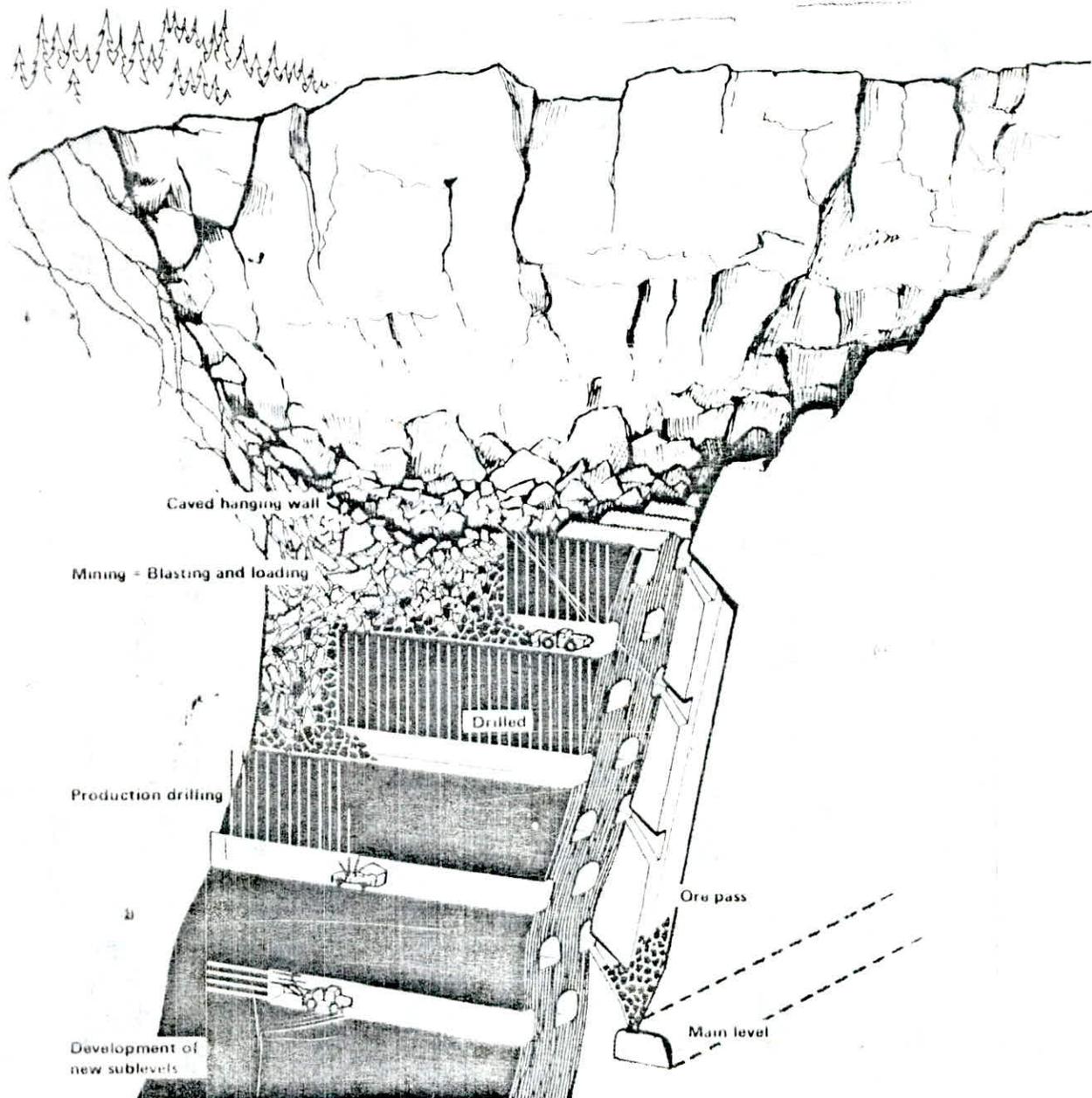


Fig:24

5.6.-LIXIVIATION EN PLACE:

5.6.1 GENERALITES :

LA LIXIVIATION EN PLACE DES MINERAIS C'EST UNE METHODES D'EXPLOITATION QUI CONSISTE A ETABLIR ~~LIXIVIATION~~ DANS LA MASSE D'UN GISEMENT UN FLUX DE SOLVANT SELECTIF NON POLLUANT DE LA SUBSTANCE UTILE. LE SOLVANT EST POMPE DANS DES INSTALLATION DE SURFACE OU IL EST EPUISE DU METAL CONTENU ET RECYCLE VERS LE GISEMENT APRES RECONDITIONNEMENT (VOIR FIGURE : 25)

LA LIXIVIATION FAIT DONC L'ECONOMIE DES OPERATIONS D'EXTRACTION; DE CONCRÉTE ET DE BROYAGE DES MINERAI ET DONC DES DEPENSES ENERGITIQUES ET DES INVESTISSEMENT DES SITES QUI LEUR SONT ASSOCIES .

PAR AILLEUR, ON CONCOIT QUE LE SOLVANT UTILISE NE PEUT SOLUBILISER LE METAL RECHERCHÉ QUE DANS LA MESURE OU IL LE BAIGNE DIRECTEMENT ; TOUT CE PASSE BIEN LORSQUE LA SUBSTANCE UTILE EST DISSEMINÉE DANS UNE FORMATION FINEMENT PORUEUSE COMME UN SABLE OU UN GRES.

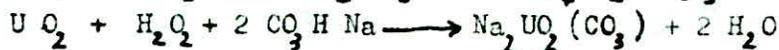
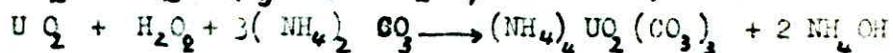
LORSQU'IL S'AGIT D'UN GISEMENT SITUÉ DANS UN MASSIF IMPERMEABLE (GRANITE , SCHISTES, GNEISS) , LA MACROPOROSITE NATURELLE CONSTITUÉE LES FAILLES ET LES FISSURES N'EST PAS SUFFISANTE; LE GISEMENT DOIT ÊTRE FRAGMENTÉ ARTIFICIELLEMENT TOUT CE CI ET LE FAIT QU'IL S'AGISSE D'UNE TECHNIQUE NOUVELLE; LIMITANT LE DEVELOPPEMENT ACTUEL DE LA LIXIVIATION EN PLACE; SEUL LE CUIVRE ET SURTOUT L'URANIUM ONT FAIT A CE JOUR L'OBJET D'OPERATIONS INDUSTRIEL.

EXEMPLES DE LIXIVIATION :

CUIVRE :



URANIUM :



POUR AVOIR ETRE LIXIVIES EFFICACEMENT, CES GISEMENTS DOIVENT ETRE FRAGMENTES PAR TRIER D'EXPLOSIFS. PLUS LA FRAGMENTATION SERA FINE (SURFACE DE CONTACTE DE MINERAI AVEC LA SOLUTION GRANDE); PLUS LA RECUPERATION; METAL SERA IMPORTANTE. MAIS TOUTE FRAGMENTATION PROVOQUE UNE DIMINUTION DE LA DENSITE APPARENTE ET NE PEUT ETRE REALISEE QUE SI UN VOLUME D'EXPANSION AUTOPORTE LE POISSONNEMENT;

LES POSSIBILITES SONT LES SUIVANTES :

1-LE GISEMENT AFFLEURE ET SA SURFACE PERMET L'EXPANSION DU MASSIF VERS LE HAUT; UN SANTAGE DE LA PARTIE SUPERFICIELLE PEUT ETRE OPERE (UN ORDRE DE GRANDEUR); ON POURRA CONSIDERER QUE LA PROFONDEUR POSSIBLE DU TIR SERA LIMITE A LA PLUS BAS PETITE DIMENSION HORIZONTALE DU GITE).

2-LE GISEMENT EST CONFINÉ EN PROFONDEUR; PRALABLEMENT AU FIN DE FRAGMENTATION IL FAUDRA EXTRAIRE PAR DES METHODE D'ABATTAGE EN MASSE TRADITIONNELLE UN VOLUME DE ROCHER EGAL AU POISSONNEMENT (30 A 40%)

3-UNE VARIANTE DU CAS PRECEDENT EST OFFERTE PAR LES STOTS ABANDONNES PAR UNE EXPLOITATION TRADITIONNELLE ANTERIEURE.

NB : LE TIR SOUTERRAIN D'UN CHARGE NUCLEAIRE EST EGALEMENT ENVI-SAGE PAR CERTAINS POUR ASSURER LA FRAGMENTATION NECESSAIRE A LA LIXIVIATION DES GISEMENTS DE CUIVRE DISIMINES.

5.6.3. LIXIVIATION EN PLACE DES GISEMENTS PORREUX

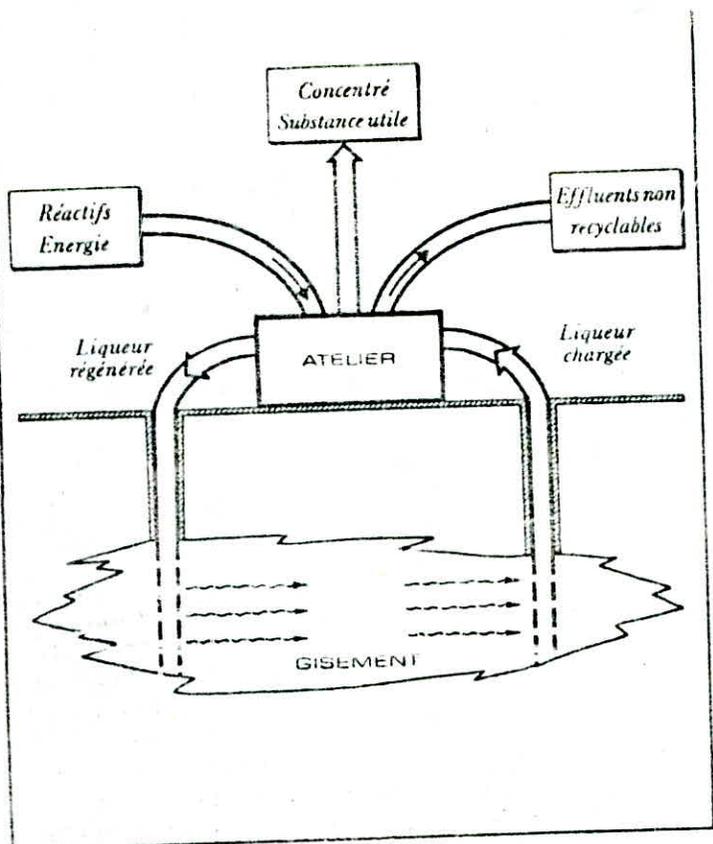
LORSQUE LA FORMATION PORTEUSE DE LA SUBSTANCE UTILE EST PERMEABLE, ON CONCOIT LA SITUATION SE PRESENTE IDEALEMENT POUR ASSURER LA LIXIVIATION EN PLACE, C'EST EN PARTICULIER LE CAS DES GISEMENTS SEDIMENTAIRES. LES SOLUTIONS PEUVENT DANS CE CAS ETRE INJECTEE PUIS POMPEES A L'AIDE DE SONDAGES (AUCUN TRAVAIL MINIER C'EST NECESSAIRE). LE PROBLEME SE RESTENT DANS :

- LA REALISATION ECONOMIQUE DE SONDAGE
 - LE CONTROLE DES SOLUTIONS A L'INTERIEUR DE LA ZONE MINERALISEE
- CE QUI SUPPOSE QUE LE GISEMENT SOIT NOYE.
- EN FIN DANS ~~LIXIVIATION~~ L'EXISTANCE D'UN SOLVANT SELECTIF NON POLLUANT.

5.6.4 ECONOMIE DE L'OPERATION :

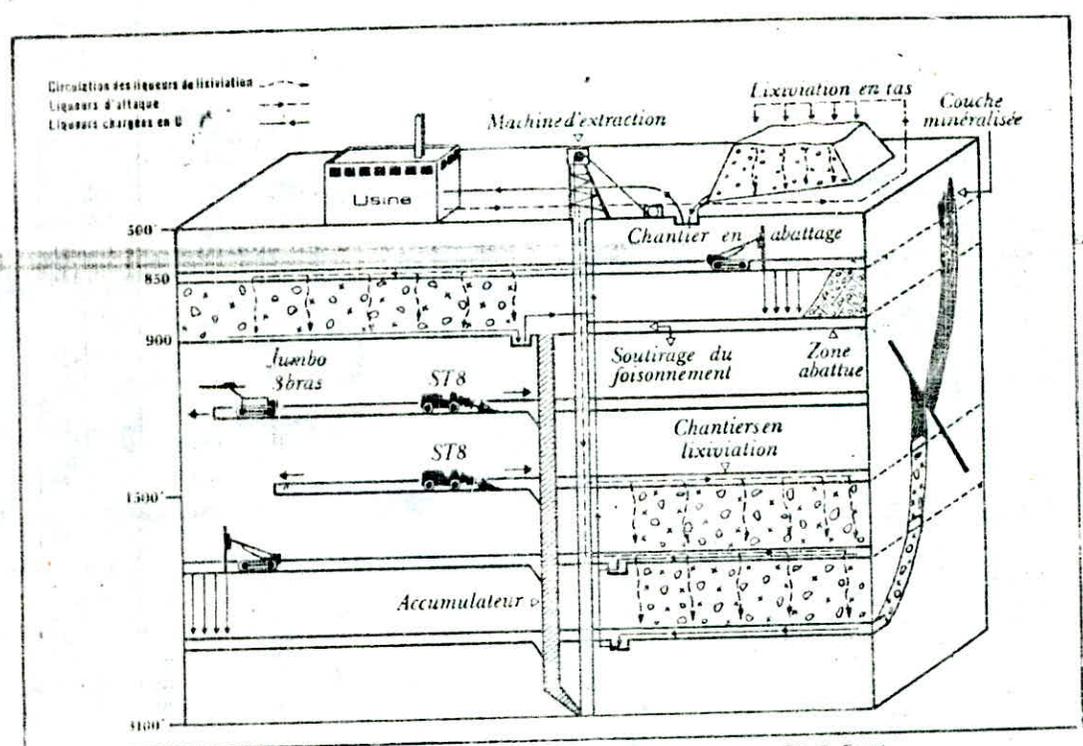
PAR APPORT A UNE OPERATION MINIERE TRADITIONELLE ; LA MISE EN PRODUCTION ET CONSIDERABLEMENT REDUITE (18 MOIS CONTRE 3a4 ANS) L'INVESTISSEMENT TOTAL N'EST PAS GRAND SOIT LE TIERS ENVIRON DE CELUI D'UNE MINE CLASSIQUE. ON NOTE LE FORT DEGRE DE MECANISATION DE LA METHODE, LE PERSONNEL NE PARTICIPE QUE POUR 25 % AU PRIX DE REVIENT (AU LIEU D'ENVIRON 55 A 60 % DANS UNE OPERATION CLASSIQUE LA LIXIVIATION EN PLACE EST L'UNE DES METHODES COMPLETANT L'ARSEN DU MINEUR; SI LE GISEMENT EST TRES SUPERFICIEL (ENVIRON 50 m DE PROFONDEUR); LE MINEUR AURA GENERALEMENT INTERET A OPTER POUR UNE EXPLOITATION EN DECOUVERTE, SI AU CONTRAIRE IL S'AGIT D'UN GISEMENT PROFOND, LE COUT DE SONDAGE DEVIENDRA PROHIBITIF. LA LIXIVIATION EN PLACE S'INSCRIT DE SE FAIT PREFERENTIELLEMENT ENTRE 50 ET 200 m DE PROFONDEUR.

PAR AILLEURS, BIEN QUE LA RENTABILITE D'UNE OPERATION DE LIXIVIATION EN PLACE SOIT PLUS DETERMINEE PAR L'ACCUMULATION METAL SUR LA QUELLE S'AMORTISSENT LES SONDAGES QUE PAR LA TENEUR, CE DERNIER PARAMETRE INFLUE DIRECTEMENT SUR LE PROFIT; LA LIXIVIATION EN PLACE N'EST PAS LA METHODE DES GISEMENTS PAUVRE, MEME SI ELLE EST PARFOIS LA SUELE POSSIBLE DANS CES CIRCONSTANCES.



A

— Principe de la lixiviation en place.



B

LIXIVIATION DES GITES NON POREUX

Fig:25

6. ESTIMATION TECHNICO-ECONOMIQUE.

6.1 INFLUENCE DE LA MECANISATION SUR LE COUT ET LA PRODUCTIVITE

6.1.1 INFLUENCE SUR LA PRODUCTIVITE:

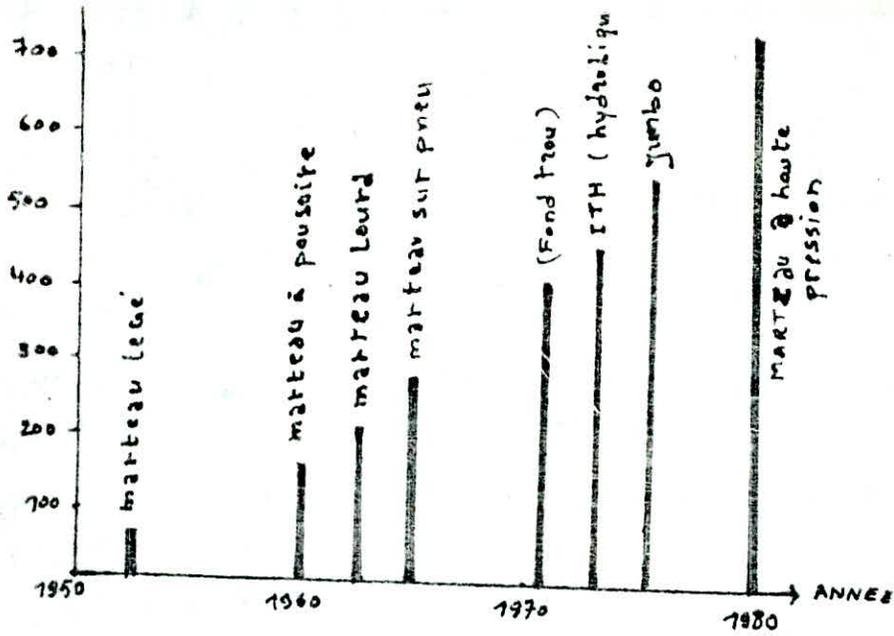
DANS L'EXPLOITATION SOUTERRAINE D'AUJOURD'HUI, LA MECANISATION EST UNE ETAPE IMPORTANTE QUI PERMET DE REDUIRE LES COUTS ET D'ACCROITRE LA PRODUCTIVITE EN TERMES DE TONNES PAR POSTE. ELLE EST DE PLUS UNE PREALABLE A UNE EXPLOITATION RATIONNELLE ET SUR LE GRAPHIQUE CI DESSOUS MONTRE L'EVOLUTION DE LA MECANISATION DE L'EQUIPEMENT DE FORAGE AU COURS DES DERNIERES ANNEES. ON CONSTATE QUE LA PRODUCTIVITE EST CONSIDERABLE AVEC L'INTRODUCTION DU MARTEAU PERFORATEUR EN 72 ET EN 76 AVEC LE FORAGE AVEC DES ENGINS HYDRAULIQUES. AVEC DES MACHINES PLUS PUISSANTES ET LES MARTEAUX PERFORATEUR FOND DE TROU HAUTE PRESSION LA PRODUCTIVITE EST PLUS ELEVEE. (VOIR GRAPHE 1)

6.1.2 INFLUENCE DE LA MECANISATION SUR LE COUT:

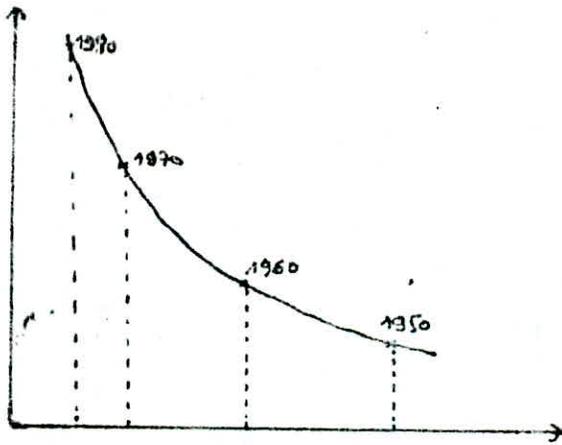
TOUTE FOIS, LA MECANISATION A UN PRIX. UNE ETUDE SUR LA RELATION ENTRE LE COUT DE CAPITAL ET LE COUT DE TRAVAIL PAR UNITE DE TEMPS MONTRE CLAIEMENT QUE LE COUT DE CAPITAL EST 3 OU 4 FOIS PLUS GRAND QUE LE COUT DE TRAVAIL. (VOIR GRAPHE 2).

EN CE QUI CONCERNE LA PRODUCTIVITE ET LA MECANISATION LE GRAPHE 3 MET EN EVIDENCE L'IMPORTANCE DU TEMPS D'OPERATION SUR LE COUT DE CAPITAL PAR UNITE DE TEMPS. COMME ON PEUT LE VOIR, LE COUT DE CAPITAL PAR HEURE DECROIT NOTABLEMENT AVEC L'AUGMENTATION DU NOMBRE D'HEURES D'OPERATION. CECI EST REALISABLE EN ADOPTANT UN PLAN DE TRAVAIL AVEC UN RELAYEMENT D'EQUIPES EN CONTINU.

UNE AUTRE SOLUTION INTERESSANTE CONSISTE A MINIMISER LES TEMPS D'ARRET MACHINES EN AMELIORANT LA FIABILITE DES MACHINES EN ASSURANT UNE MEILLEURE FORMATION AUX OPERATEURS, EN PERFECTIONNANT LES TECHNIQUES DE MAINTENANCES.



Evolution de l'équipement de forage entre 1950 - 80
(GRAPHE 1)



coût du capital et coût de travail par unité de temps
(Hedberg 1976)
(GRAPHE 2)

6.2. CARACTERISTIQUES TECHNICO-ECONOMIQUES DES METHODES D'EXPLOITATION

UNE METHODE D'EXPLOITATION PEUT ETRE CARACTERISER PAR PLUSIEURS PARAMETRES ET PARMIS CES PARAMETRES LES PLUS IMPORTANTS SONT : COUT TECHNIQUE PAR METHODE; PRODUCTIVITE D'EXPLOITATION PAR METHODE; COUT D'OPERATION D'EXPLOITATION PAR METHODE ET RENDEMENT.

CES PARAMETRES NE SONT PAS REMARQUABLES QU' APRES UN CERTAIN NOMBRE D'ANNEES DE COMPARAISON ENTRE PLUSIEURS MINES . ET IL SONT TRES VARIABLE D'UNE MINE A UNE AUTRE ET COMME TITRE ~~XXXXXXXX~~ D'EXEMPLE ON VA CITER

RESULTATS OBTENUES DANS LES MINES FRANCAISES , SUEDOISES ET FINLANDAISES.

- COUT TECHNIQUE PAR METHODES (MINE FRANCAISE)(D'APRES DOCS INDUSTRIE MINERALE FEVRIER 83).

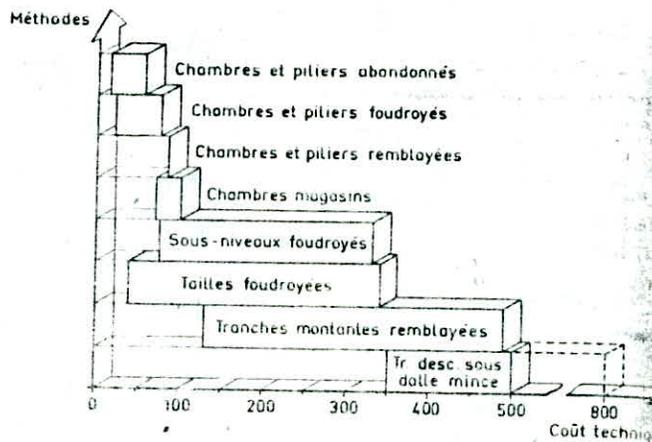


Fig. 10. — Coût technique.

- ON REMARQUE D'APRES LE GRAPHIQUE CI DESSUS QUE :

- LES METHODES CHAMBRES PILLIERS ET CHAMBRE MAGASINS ONT LE COUTS TECHNIQUE INFERIEUR A 100.

LES AUTRE METHODES, ONT UN COUTS TECHNIQUE PLUS ELEVE DE 100 A 800 ET PLUS PARTICULIEREMENT LES METHODES PAR TRANCHES MONTANTES REMBLAYEES ET PAR TRANCHES DESCENDANTE SOUS DALLES.

- L'EFFECTIF MAIN-D'OEUVRE A UNE GRANDE INFLUENCE ET DIRECT SUR LA FLUCTUATION DU COUT TECHNIQUE LE GRAPHIQUE CI DESSOUS MONTRE BIEN LA CORRELATION ENTRE COUT TECHNIQUE ET EFFECTIF.

ON REMARQUE D'APRES LEGRAPHE QUE L'EFFECTIF MAIN-D'OEUVRE FOND 1000 T PAR LA METHODE (T.D S . D) ET PRESQUE 600 CE QUI EST EXPLIQUE UN COUT TRES ELEVE PAR APPORT A LA METHODE C.P.A QUI A UN EFFECTIF DE 45 A 50.

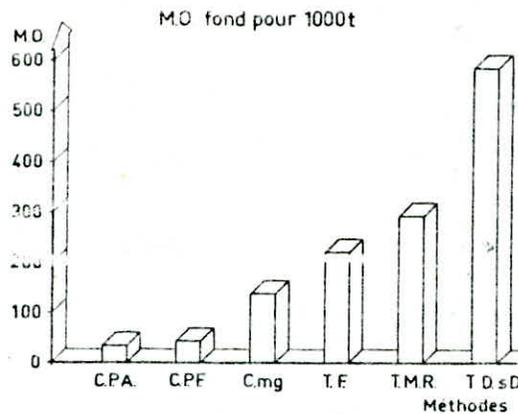


Fig. 11. — Effectif - Main-d'œuvre.

OR CE QUI CONCERNE LES RESULTATS (CARACTERISTIQUES) OBTENUES DANS LES MINES SUEDOISES C'EST A DIRE PRODUCTIVITE; COUTS TECHNIQUE D'OPERATION, PERTES ET DILUTION DES DIFFERENTE METHODES D'EXPLOITATION QUI SONT APPLICABLES DANS LES MINES SUEDOISES (D'APRES L. MONTAN)

REMARQUONS QUE D'APRES LES TABLEAUX 1 ET 2 LA PRODUCTIVITE ET LES COUTS TECHNIQUES D'OPERATION SONT EN RELATION DIRECTE C'EST A DIRE QUE SI LA PRODUCTIVITE D'UNE METHODE DIMINUE LE COUT AUGMENTE ET INVERSEMENT.

DANS LES MINES EN FINLANDE; LE TABLEAU CI APRES DONNE LES RENDEMENTS EN TONNE PAR HOMME ET PAR POSTE ET LES PRIX DE REVIENT DES METHODES D'EXPLOITATION APPLICABLE DANS LES MINES EN FINLANDE.

METHODES d'EXPLOITATION	Rendement t/h-p	PRIX DE REVIENT		
		mineral sans travaux préparatoires F/t	mineral y compris les travaux préparatoires F/t	remblais F/m ³
ciel ouvert	100 ~ 300	—	4,6 ~ 6,9	—
sous-niveau abattu	20 ~ 30	3,45 ~ 9,20	8,26 ~ 13,80	remblai de laverie maigre 27,6 sterile de laverie 6,9
sous-niveau foudroyé	20 ~ 30	5,2 ~ 6,9	13,8 ~ 19,6	—
chambre et piliers de béton	20 ~ 25	5,2 ~ 6,9	abatage: 18,44 remblai: 18,56 37	béton: 105 ~ 164,2 sterile de laverie 30
chambre à paroi inclinée	15 ~ 20	13,0 ~ 23,0	abatage: 20,7 ~ 32,2 remblai: 31 ~ 42	sterile de laverie 30

Rendement et Prix de revient des méthodes d'exploitation

D'APRES CE TABLEAU ON REMARQUE QUE POUR CHAQUE METHODE, SI LE RENDEMENT t/hp AUGMENTE LE PRIX DE REVIENT DIMINUE ET VICEVERSA

CONCLUSION :

ON REMARQUE D'APRES LES EXEMPLES CITES AVANT QUE SI LA MECANISATION TROUVE UNE APPLICATION PLUS POUSSÉE DANS LES METHODES D'EXPLOITATION ALORS LE RENDEMENT (LA PRODUCTIVITE) AUGMENTE ET LE COUT TECHNIQUE DIMINUE CE QUI FAIT AUGMENTER LA RENTABILITE DES PROJETS MINIERES.

7. BASES DE CHOIX DES METHODES D'EXPLOITATION :

LE CHOIX DE LA METHODE D'EXPLOITATION DES GITES METALLIFERES DEPEND DE PLUSIEURS FACTEURS QUI PEUVENT ETRE CLASSER EN DEUX PRINCIPAUX GROUPES : LES FACTEURS VARIANTS ET INVARIANTS.

7.1 LES FACTEURS INVARIANTS :

CES FACTEURS CARACTERISENT UN GISEMENT SELON SON EMPLACEMENT, SELON SES CARACTERISTIQUES DE DURETE DE MINERAL ET LES ROCHES ENCAISSANTES. IL EST IMPOSSIBLE PENDANT L'EXPLOITATION DE CHANGER CES FACTEURS ET ILS ONT UNE INFLUENCE PRIMORDIALE SUR LE CHOIX D'UNE METHODE D'EXPLOITATION.

7.2 LES FACTEURS VARIANTS :

CES FACTEURS CARACTERISENT UN GISEMENT SELON SES PROPRIETES PHYSIQUE, SA TENUEUR, SON HYDROGEOLOGIE, SA FISSURATION ET SELON D'AUTRE PARTICULARITES.

LES PLUS IMPORTANTS FACTEURS SONT CEUX QUI CARACTERISENT LE GISEMENT ET LES ROCHES ENCAISSANTES D'APRES LEURS PROPRIETES PHYSICO-MECANQUES. CES CARACTERISTIQUES PHYSICO-MECANQUES DU MINERAL ET DES ROCHES ENCAISSANTE ONT UNE INFLUENCE DECISIF SUR LE CHOIX D'UNE TELLE OU TELLE METHODE D'EXPLOITATION, ; SUR LA SECURITE DU TRAVAIL, SUR LA STABILITE DES VIDES CREES AU COURS DE L'EXPLOITATION ET AUSSI SUR L'ECONOMIE DE L'EXPLOITATION

VUE QUE LA PERFORMANCE DU MATERIEL SE DEVELOPPE DE JOUR EN JOUR ET LES CARACTERISTIQUES PHYSICO-MECANQUES D'UN GISEMENT VONT PERMETTRE L'INTRODUCTION DU MATERIEL LOURDS ET EFFICACE, LE CHOIX D'UNE METHODE D'EXPLOITATION SERA AUSSI TRES INFLUANCE PAR LE DEGRE DE MECANISATION

DU POINT DE VUE DE CHOIX DE METHODE D'EXPLOITATION LES PROPRIETES
PHYSICO-MECANIQUES DES ROCHES PEUVENT ETRE CLASSER EN QUATRE GROUPES: /

A: LES GISEMENTS DONT LES ROCHES ENCAISSANTES DURES :

POUR EXPLOITER CE TYPE DE GISEMENT IL EST POSSIBLE D'UTILISER TOUTES
LES METHODES D'EXPLOITATION SAUF LES METHODES PAR CHAMBRES FOUDROYEES.
LE METHODE PAR CHAMBRES FOUDROYEES PEUVENT ETRE EXCEPTIONNELLEMENT
UTILISER QUAND LE FOUDROYAGE DU TOIT PAR EXPLOSIF EST PREVU.

B : LES GISEMENTS AVEC LE MINERAL DURE ET LES ROCHES ENCAI-
SSANTES NE SONT PAS STABLES :

POUR EXPLOITER CE TYPE DE GISEMENT N'EST PAS POSSIBLE D'UTILISER
LA METHODE D'EXPLOITATION PAR CHAMBRE VIDE, TOUTES LES AUTRES METHODES
D'EXPLOITATION PEUVENT ETRE ENVISAGER.

C: LES GISEMENTS AVEC LES MINERAIS TENDRE ET LES ROCHES
ENCAISSANTES STABLES :

POUR EXPLOITER LES GISEMENTS D'UNE PETITE PUISSANCE(MINCE ET
TRES MINCES). ON PEUT UTILISER LES METHODES PAR CHAMBRES REMBLAYEES
(REMBLAYAGE PROPRE) PAR CHAMBRES BOISES OU CHARPENTEES ET LES METHODES
PAR CHAMBRE FOUDROYEE ETC

D : LES GISEMENTS AVEC LE MINERAL ET LES ROCHES ENCAISSANTES
SONT TENDRE :

POUR EXPLOITER CES GISEMENTS IL EST POSSIBLE D'UTILISER TOUTES LES
METHODES D'EXPLOITATION SAUF PAR CHAMBRES VIDES.

AUTRES CRITERES PEUVENT INFLUER SUR LE CHOIX D'UNE METHODE
D'EXPLOITATION; PARMIS LES QUELS LES PLUS IMPORTANTS SONT :

LA PUISSANCE ET LES PENDAGES ET LA FORME etc

DANS TOUT LES CAS LE CHOIX D'UNE METHODE OU UNE AUTRE DOIT ASSURER

- 1- SECURITE DES TRAVAUX.
- 2 - PRIX DE REVIENT MINIMUM
- 3 -PERTE DE MINERAL MINIMUM
- 4 -CONFORT DES OUVRIERS
- 5 -NON POLLUTION.

EXEMPLE DE CHOIX de méthode d'exploitation

Type de gisement	Pendage	Résistance du minéral	Résistance des épontes	Méthodes applicables
Couche ou filon très mince (moins de 1 m)	fort	bonne ou mauvaise	bonne ou mauvaise	Tranche montante avec coupage d'épontes. Sous-niveaux abattus. Gradins droits.
Couche ou filon mince (de 1 à 4 m environ)	faible	bonne	bonne	Chambres et piliers. Taille remblayée.
		bonne ou mauvaise	mauvaise	Tragage et dépilage. Longue taille foudroyée. Longue taille remblayée.
	fort	bonne	bonne	Gradins droits ou renversés. Chambres magasins. Sous-niveaux abattus. Sous-niveaux foudroyés. Chambre montante remblayée.
		bonne	mauvaise	Chambre montante remblayée. Chambre charpentée.
		mauvaise	bonne	Gradins droits. Sous-niveaux foudroyés. Chambre montante remblayée. Tranche unidescendante foudroyée. Chambre charpentée.
		mauvaise	mauvaise	Chambre charpentée. Chambre montante remblayée. Tranche montante avec remblai complet. Tranche unidescendante foudroyée.
Couche ou filon puissant (> 4 m)	faible	bonne	bonne	Chambres et piliers.
		bonne ou mauvaise	mauvaise	Tranche unidescendante foudroyée. Sous-niveaux foudroyés.
		bonne ou mauvaise	bonne	Gradins droits. Chambre charpentée.
	fort	bonne	bonne	Gradins droits. Chambres magasins. Sous-niveaux abattus. Chambre montante remblayée. Tranche montante à remblai complet. Chambre charpentée.
		bonne	mauvaise	Chambre montante remblayée. Chambre charpentée. Tranche montante à remblai complet. Tranche unidescendante foudroyée. Sous-niveaux foudroyés.
		mauvaise	bonne	Gradins droits. Chambre charpentée. Sous-niveaux foudroyés. Tranche unidescendante foudroyée. Bloc foudroyé.
Amas		bonne ou mauvaise	bonne	Gradins droits. Chambres magasins. Sous-niveaux abattus. Tranche montante à remblai complet. Tranche montante remblayée.
		mauvaise	bonne ou mauvaise	Chambre charpentée. Tranche montante à remblai complet. Tranche unidescendante foudroyée. Sous-niveaux foudroyés. Bloc foudroyé.

CONCLUSION

Ce travail m'a permis d'approfondir mes connaissances sur les différents modes d'ouverture et les différentes méthodes d'exploitation des gisements souterrains métallifères et plus particulièrement sur les nouvelles méthodes applicables (Ouverture par rampe et lixiviation de minerai en place) et de prendre connaissance du développement de la mécanisation sur les différentes méthodes d'exploitation.

Pour des études ultérieures concernant les contributions à l'étude des méthodes d'exploitation , on suggere de disposer de documentation surtout les nouvelles revues qui permettent d'avoir une idée sur les cas possibles de mecanisation des les différentes méthodes d'exploitation.

Enfin, on espere que cette approche de la contribution à l'étude des méthodes d'exploitation des mines métallifères souterraines soit plus developpé à l'avenir.

Pour ceci, on suggere des nouveaux documents technico-économique concernant les différentes méthodes d'exploitation des mines et le

B I B L I O G R A P H I E

- 1- N.CHIBKA : Exploitation des Gisements Métallifères
(OPU, Alger 1980)
- 2- Méthodes d'exploitation des mines souterraines
industrie minérale - supplément de Février 1983 (document
SIM TOME 3)
- 3- V.VIDAL : Exploitation des Mines, DUNOD PARIS 1962
Tome 3
- 4- Y.MULLER : Mines (aide mémoire) DUNOD PARIS 1964
- 5- J.SANDIER: Mise en valeur des Gisements métallifères
MASSON et Cie 1962
- 6- L.MONTAN : Les recents developpements des méthodes et des
équipements d'exploitation souterraine
FAT Sydney, Octobre 1964
- 7- MEMENTO DES MINES et CARRIERES édition 1983
(Régie publicite industrielle, 36 rue du Fer à
Mouli, 75005 PARIS)
- 8- B.BOKY : Exploitation des Mines; Edition MIR MOSCOU 1968
- 9- Mines métalliques des FINLANDE
Méthodes d'exploitation des mineraïs complexes de cuivre
Zinc, Cobalt, etc..... Industrie Minerale,
Juin 1981
- 10- G.TIEMTCHENKO: Principe de l'élaboration des projets des
Mines, OPU Alger 1980
- 11- ATLAS COPCO - Documentation.

