BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

DIRECTION DES RECHERCHES ET DU DÉVELOPPEMENT MINIERS

B.P. 6009 - 45060 Orléans Cédex - Tél.: (38) 63.80.01

GISEMENT DE LEUCAMP
(Tungstène, Cantal)

TEST MINIER DE 1983
DEROULEMENT ET CONCLUSIONS

J.P. BENZ (RDM/DPM)
J.P. CHILES (RDM/IM)

Octobre 1984

84 RDM 059 DPM.

Direction des projets miniers

B.P. 6009 - 45060 Orléans Cédex - Tél.: (38) 63.80.01

SOMMAIRE

pages

RESUME..... 2

1 - INTRODUCTION..... 4

2 - TRAVAUX MINIERS REALISES..... 5

3 - TRANCHES MONTANTES AUTO-REMBLAYEES AVEC ABATTAGE
AU BRISE-ROCHE HYDRAULIQUE (B.R.H)..... 10

4 - SOUS-NIVEAUX ETROITS AVEC CHARGEMENT PAR
MICROSCOOP..... 15

5 - TRAVAUX PREPARATOIRES..... 23

6 - TENUE DES TERRAINS..... 25

7 - ECHANTILLONNAGE..... 26

DOCUMENTS ANNEXES..... 29

RESUME

CADRE DU TEST MINIER

L'étude économique du gisement de Leucamp effectuée en 1982 envisageait des méthodes d'exploitation classiques :

- tranches montantes auto-remblayées, avec abattage sélectif ;
- abattage par sous-niveaux et chambres vides, avec piliers abandonnés ;
- abattage par chambres-magasins.

Ces méthodes ont donné des résultats économiques jugés insuffisants. Il fallait donc rechercher des méthodes plus sélectives et plus productives. Ce point de vue coïncide avec l'évolution récente des matériels.

OBJECTIFS DU TEST MINIER

Il s'agissait de tester les possibilités offertes à Leucamp par deux matériels correspondant à des méthodes d'exploitation différentes :

- un abattage du filon au brise-roche hydraulique (BRH) dans le cadre d'une méthode d'exploitation par tranches montantes auto-remblayées ;
- une évacuation des roches abattues par microscoop CT 500 de 80 cm de large, permettant un abattage par sous-niveaux étroits et chambres vides.

PRINCIPALES CONCLUSIONS

1 - Abattage au BRH : l'abattage par tranches d'un mètre est parfaitement possible et s'effectue pratiquement sans dilution du quartz ; la plupart des difficultés rencontrées lors du test devraient être résolues par la réalisation d'un engin spécialement adapté à ce type de chantier ; il devrait avoir de bonnes performances ; ceci bien entendu sous réserve que le constructeur puisse réaliser un engin d'une bonne fiabilité macanique.

2 - Microscoop : il est parfaitement adapté au traçage des sous-niveaux ; il permet de limiter la largeur du sous-niveau à 1,40 m en cas de volées non sélectives, à 1,60 m en cas d'abattage sélectif ; le dépilage peut se faire également dans de bonnes conditions, puisque l'ouverture moyenne semble pouvoir être maintenue à 0,90 m.

3 - Dilution : le tout-venant produit par un abattage au BRH est d'excellente qualité (taux de dilution quartz/tout-venant de l'ordre de 95 %) ; il reste bon pour la méthode des sous-niveaux (pour un filon de 38 cm de puissance horizontale, on peut atteindre 95 % en traçage sélectif, 27 % en traçage non sélectif, 42 % en dépilage).

4 - Tenue des terrains : l'étude géotechnique nous met en garde contre les limites d'emploi de la méthode des sous-niveaux et chambres vides, dans le cas où les chambres créées seraient trop importantes ; toutefois la teneur du dépilage réalisé est satisfaisante, ce qui permet d'envisager cette méthode pour des panneaux de dimension réduite ; la méthode des sous-niveaux pourrait donc constituer un choix avantageux dans le cas de panneaux trop petits ou trop irréguliers pour justifier un chantier BRH.

5 - Analyses chimiques : la zone testée présente à la fois une forte puissance du filon et de fortes teneurs WO_3 du quartz ; par ailleurs quelques analyses des schistes ont fourni des teneurs de 0,25 à 0,63 % WO_3, alors que ceux-ci étaient jusqu'à présent réputés stériles ; ce phénomène mérite d'être examiné de façon plus approfondie, car sa confirmation pourrait conduire à réviser assez notablement le projet.

1 - INTRODUCTION

Le gisement de Leucamp est constitué de filons de quartz à wolframite, subverticaux (± 20°), de quelques décimètres de puissance. Ces filons sont encaissés dans des micaschistes. Ils sont distants les uns des autres de plusieurs dizaines de mètres et sont donc indépendants les uns des autres.

Ce gisement a fait l'objet d'une exploitation des niveaux supérieurs jusqu'en 1959. Depuis 1978, sous l'impulsion du BRGM (Délégation géographique France-Europe), des travaux de reconnaissance ont repris : décapage au bulldozer pour faire apparaître les filons affleurants ; travers-bancs, descenderie et amorce de traçage de filons pour échantillonnage et essais minéralurgiques. En 1982, une étude économique a été effectuée afin d'examiner les conditions requises (puissance du filon, teneur, cours du tungstène) pour que la reprise de l'exploitation soit envisageable (sous réserve d'une certification des réserves récupérables).

Deux méthodes étaient envisagées en détail : une exploitation sélective par tranches montantes auto-remblayées, et une exploitation par sous-niveaux abattus. Les deux méthodes aboutissaient à des résultats économiques comparables : pour assurer un taux de rentabilité acceptable, il fallait que le prix du tungstène se maintienne à un niveau nettement plus élevé que celui auquel il s'est trouvé ces dernières années.

Suite à ces premiers résultats, la Délégation France-Europe a demandé à la Direction des Projets Miniers d'examiner la possibilité de recourir à des méthodes d'exploitation plus performantes à la fois sur le plan de la productivité et sur celui de la sélectivité. En effet, avant d'entreprendre une nouvelle tranche de travaux de reconnaissance, il fallait montrer qu'il est envisageable d'améliorer nettement les perspectives économiques du projet.

Il a donc été décidé de tester, dans le cadre d'un chantier d'abattage pilote, deux engins (et deux méthodes) qui semblaient particulièrement bien adaptés à l'exploitation des filons minces et à ceux de Leucamp en particulier :

- le "micro-scoop", que l'Equipement Minier a récemment lancé sur le marché et qui a déjà trouvé la faveur de beaucoup d'exploitants ;
- un brise-roche hydraulique (BRH), monté sur un porteur étroit, qui pour l'instant, n'existe pas sur le marché. Le BRGM a donc contacté la Société

Montabert qui a accepté de monter en un premier temps, un prototype composé d'éléments standard existants en sachant qu'ils ne sont pas, pour ce premier essai, les mieux adaptés à l'usage demandé.

Cette opération qui s'est déroulée de septembre à décembre 1983 a pu bénéficier du soutien financier du Plan Métaux.

Nous voulons remercier ici les constructeurs qui ont collaboré à ce test ainsi que tous ceux qui ont participé à sa réalisation, en particulier les mineurs du Service des Travaux Lourds qui ont réalisé les travaux et les géologues de la Division Massif Central, qui en ont assuré le suivi.

2 - TRAVAUX MINIERS REALISES

2.1 - OBJECTIF

L'objectif était de tester deux méthodes, au niveau du travail au chantier :

- abattage du quartz au brise-roche hydraulique, dans le cadre d'une exploitation par tranches montantes auto-remblayées ;

- utilisation du microscoop pour une exploitation en sous-niveaux étroits, avec deux variantes : traçage sélectif (schistes et quartz séparés) ou non sélectif (schistes + quartz tirés ensemble).

2.2 - DETAIL DES TRAVAUX

Les travaux effectués sont reportés sur le plan en annexe. Les figures 1 et 2 donnent les plans du projet ; ils diffèrent peu de ce qui a été réalisé, et sont plus synthétiques. La figure 3 donne le chronogramme des travaux réalisés.

Travaux préparatoires

Ils comprennent essentiellement :

- les bretelles BR 201 et BR 220 permettant l'accès aux niveaux 497 (BRH) et 507 (sous-niveaux sélectifs) à partir du travers-bancs situé au niveau 500 ;

- une rampe allant du niveau 507 au niveau 514 (sous-niveaux non sélectifs) ;

- un traçage au filon au niveau 497 pour préparer le passage du BRH (ce traçage était déjà amorcé ; les travaux complémentaires ont été faits par traçage sélectif ou non sélectif, et pour une part dans le stérile) ;

- des cheminées de jet.

Chantier BRH

Trois tranches de près d'un mètre ont été exploitées à partir du TR 497.

Chantier sous-niveaux

Il a été exécuté en trois phases :

- traçage sélectif au niveau 507 ;
- traçage non sélectif au niveau 514 ;
- dépilage entre ces deux sous-niveaux.

Sondages

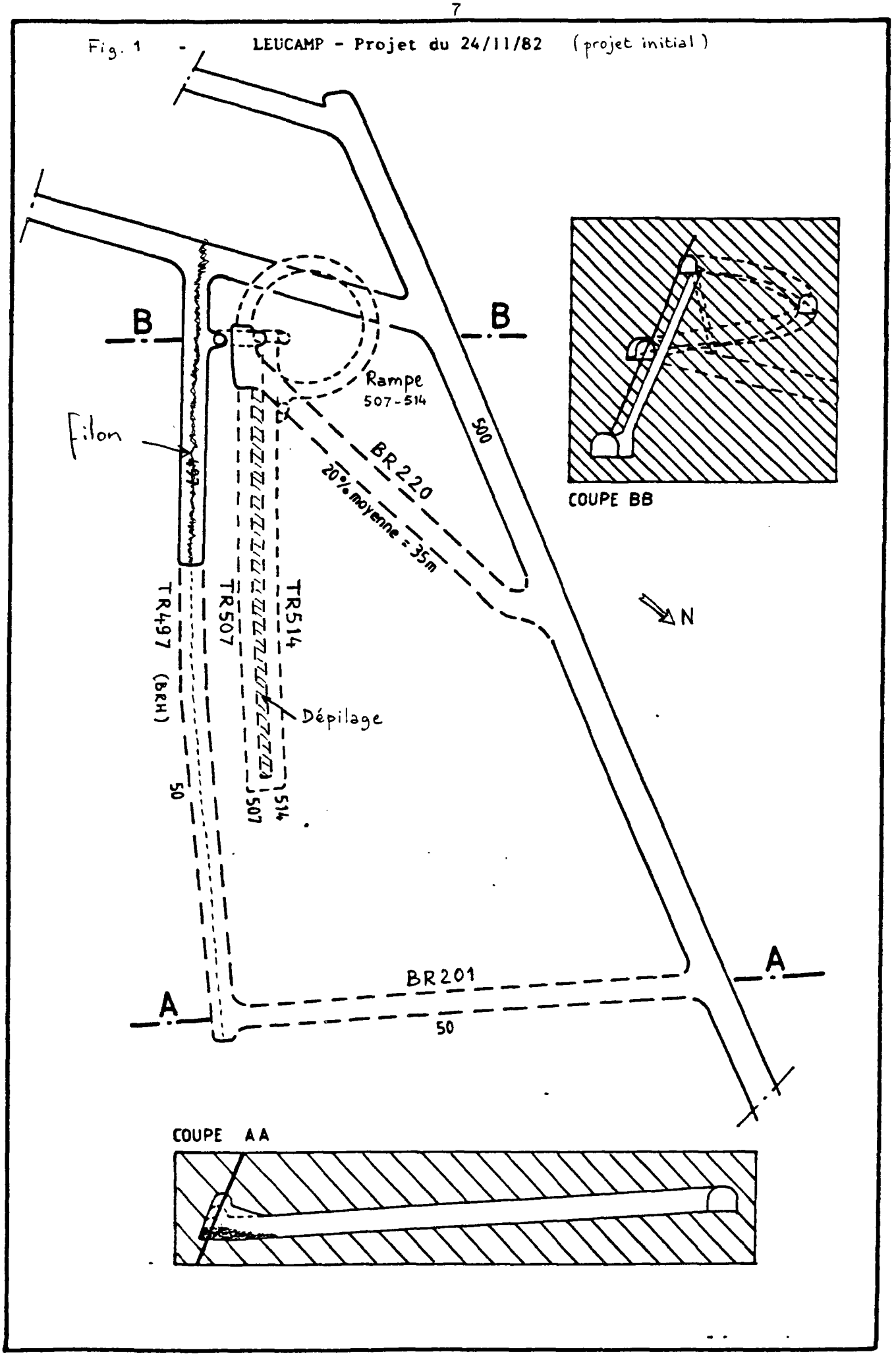
63 m de sondages percutants ont été réalisés.

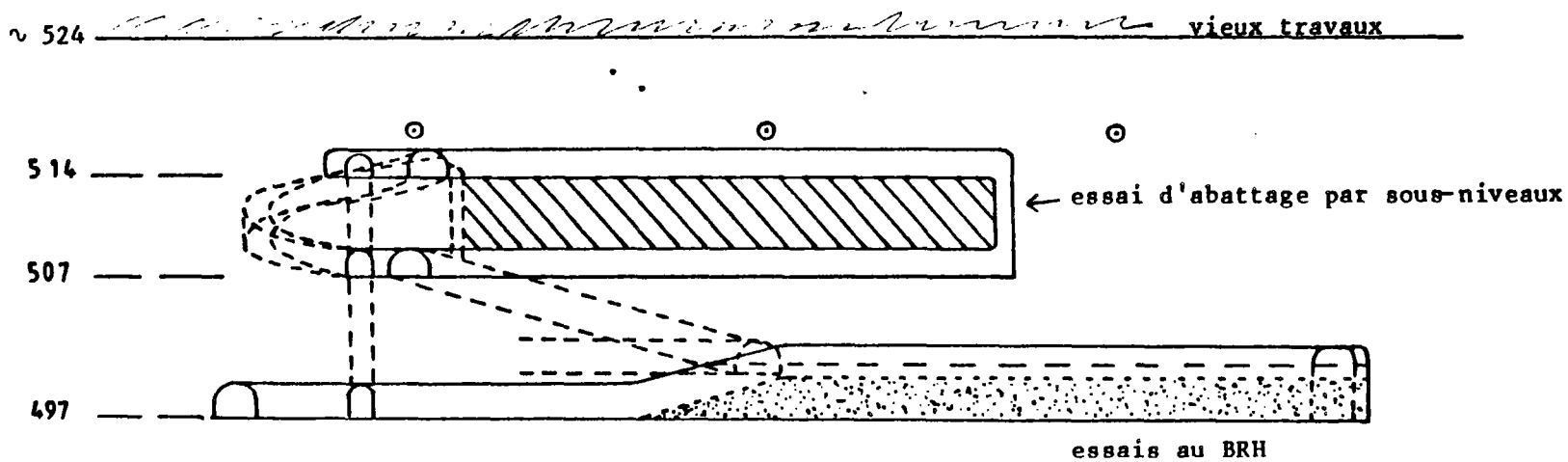
Le tableau 1 précise les longueurs, sections et volumes exploités.

Chantier	Méthode	Longueur	Stérile		Tout-venant	
		m	Section m^2	Volume m^3	Section m^2	Volume m^3
BR 201	stérile	35	5,6	195		
BR 220	"	66	5,6	370		
Rampes 507-514	"	85	3,3	280		
TR 497	"	11	5,0	55		
TR 497	S.N. standard sélectif	34,5	4,9	170	0,9	30
TR 497	S.N. standard non sélectif	4,5			4,5	20
TR 497	BRH					53
TR 507	S.N. étroit sélectif	40,5	2,6	105	1,4	55
TR 514	S.N. étroit non sélectif	21,5			2,6	55
TR 507-514	dépilage					75
Cheminées	stérile	5	3,0	15		
Total				1190		288

Tableau 1 - Stérile et tout-venant extraits lors du test minier

Fig. 1 - LEUCAMP - Projet du 24/11/82 (projet initial)





⊙ impact de sondages de reconnaissance

Fig. 2 - LEUCAMP - Projet de test minier
(élévation)
Echelle 1/500 (dessiné le 24/11/82)

(projet initial)

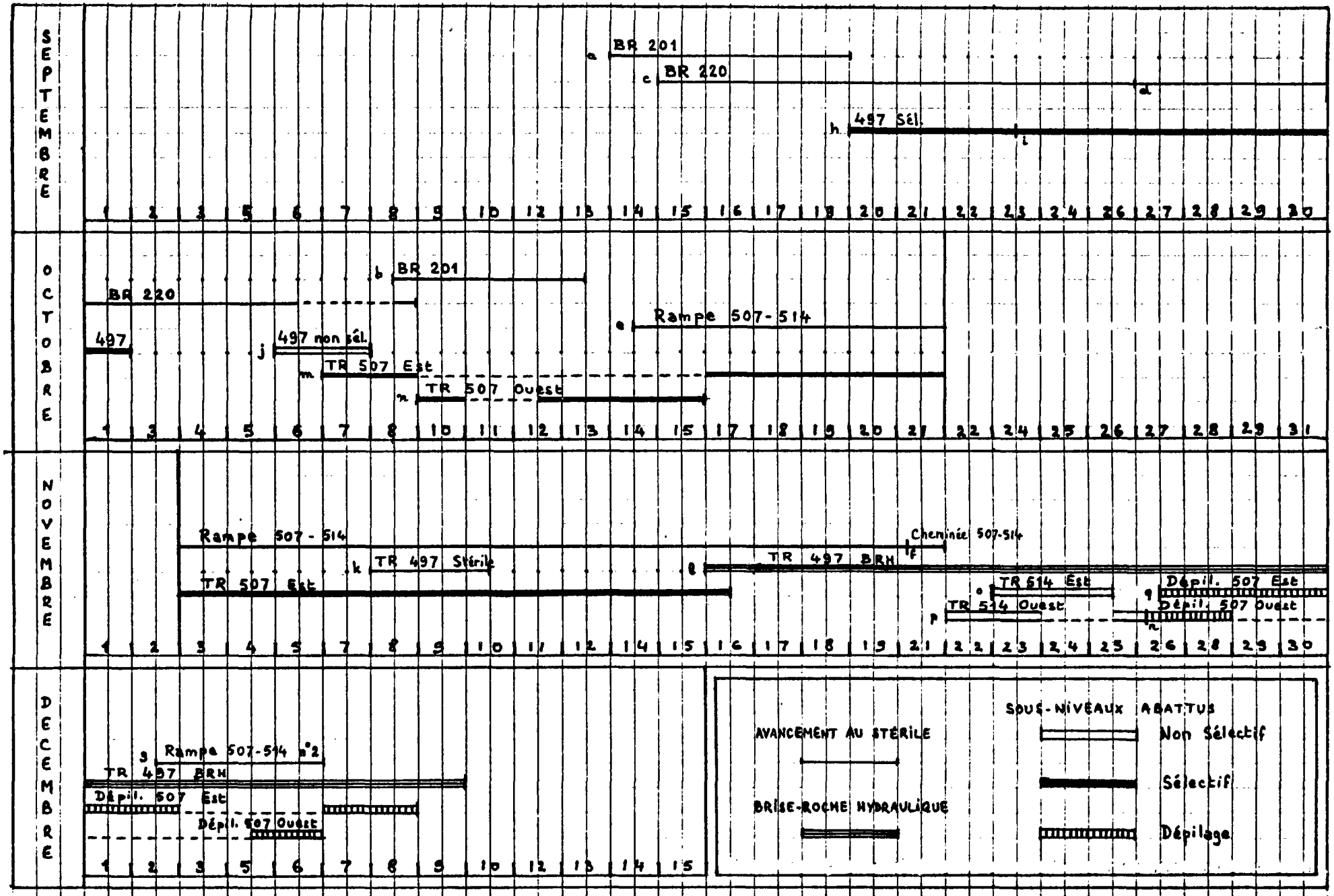


Fig. 3 - LEUCAMP - TEST MINIER (septembre - décembre 1983)

2 postes par jour - 4 hommes par poste

3 - TRANCHES MONTANTES AUTO-REMBLAYEES AVEC ABATTAGE AU BRISE-ROCHE HYDRAULIQUE (BRH)

3.1 - LES ROCHES ABATTUES

L'abattage a porté sur trois tranches de 35 m de long et 95 cm de haut en moyenne à partir du niveau 497, soit 100 m^2 de filon. La puissance du filon était assez forte pour Leucamp : 35 à 80 cm, avec une moyenne de 50 cm. Le tonnage total de quartz abattu est évalué à 120 t. Le quartz est fortement fracturé et se décolle facilement de ses épontes de micaschistes (pour plus de détails sur les caractéristiques du quartz et des épontes, voir le rapport RDM/DPM/n° 84/19/667).

3.2 - LE MATERIEL UTILISE

L'abattage était réalisé par un BRH 125 de Montabert, supporté par un bras télescopique, lui-même porté par un mini-pantofore.

Le quartz était abattu directement dans le godet d'un chargeur-transporteur CT 2 500 de l'Equipement Minier (capacité 1,5 m^3), tandis que le schiste tombait au sol.

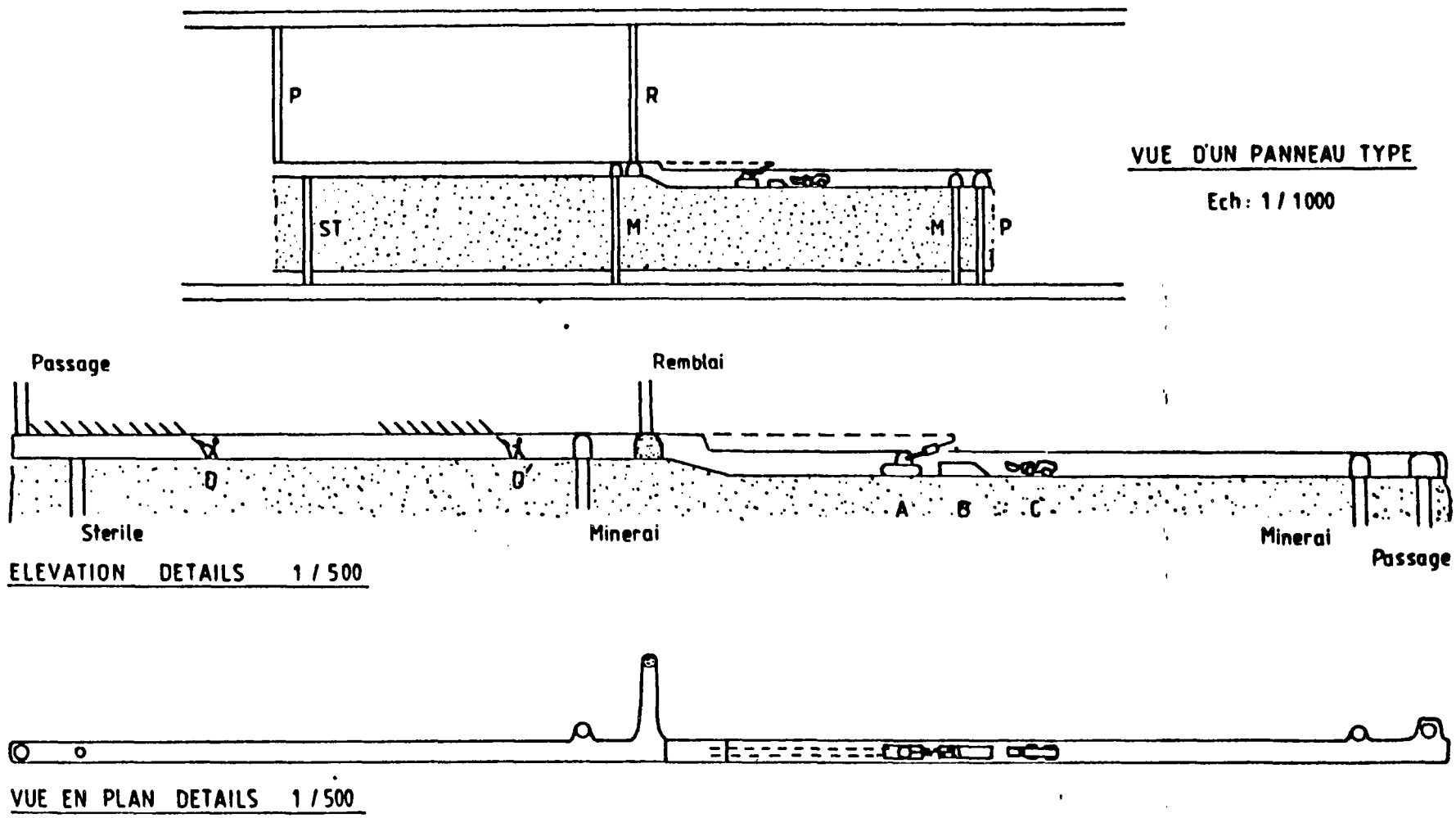
Des essais d'abattage du quartz dans un réceptacle à minerai desservi par le microscoop CT 500 ont également été faits, mais n'ont pas donné satisfaction.

3.3 - METHODE D'ABATTAGE

La méthode de tranches montantes autoremblayées envisagée est décrite figure 4. Le test porte seulement sur l'abattage.

Le cycle d'abattage comportait quatre phases (figure 5) :

a) abattage du filon dans le godet du scoop, par tranches de 1 m ;



A BRH
B Tôle mobile
C Chargeur transporteur
D et D' Perforation du stérile

Fig. 4 - Tranches montantes avec abattage du quartz au BRH (projet initial)

b) élargissement de la saignée en abattant du schiste au BRH et purge provisoire ;

c) abattage du schiste à l'explosif, pour reprofiler la nouvelle tranche ;

d) purge définitive et égalisation du remblai.

Les phases a) et b) alternent généralement après chaque godet (c'est-à-dire après avoir abattu 2,2 t de quartz), tandis que les phases c) et d) se font après l'abattage du quartz de toute une tranche.

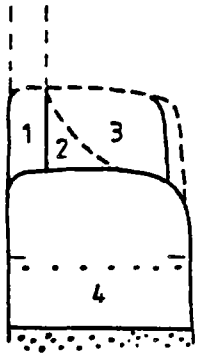


Fig 5 - Cycle d'exploitation au BRH.

N.B. : Lors du test, le filon était généralement sur le côté de la tranche. Dans une exploitation, on aura intérêt, par contre, à le maintenir au milieu, pour faciliter l'abattage et pour obtenir une meilleure tenue de la couronne entre les phases b) et c).

3.4 - RESULTATS OBTENUS SUR LE PLAN QUALITATIF

Le test démontre que l'abattage du quartz par tranches d'un mètre est tout-à-fait possible.

Les pertes sont très faibles et la dilution du quartz abattu est pratiquement nulle.

La tenue de la couronne restera toujours un problème auquel il faudra apporter la plus grande attention, mais elle ne semble pas constituer un problème insurmontable. Il semble acquis que la tenue des épontes sera de toutes façons meilleure que dans le cas d'abattage à l'explosif.

3.5 - *CARACTERISTIQUES D'UN ENGIN MIEUX ADAPTE*

Le BRH et le porteur employés pour ce test n'étaient pas spécialement adaptés au problème posé, mais étaient deux éléments disponibles, assemblés au moindre coût. Le test a permis de faire apparaître les améliorations à apporter à ce matériel pour qu'il soit vraiment opérationnel en abattage de filon subvertical. Le brise-roche resterait du type BRH 125. Par contre il faudrait substituer au mini-pantofore diésel sur pneus utilisé lors du test un engin électrique monté sur chenilles. On trouvera une critique du matériel testé et un inventaire détaillé des améliorations à lui apporter dans la note RDM/DPM/n° 84/19/667 annexée.

Nous nous bornerons ici à rappeler les principales propositions :

- améliorer la visibilité de l'opérateur (réduction de l'encombrement, télécommande) ;

- mieux adapter les degrés de liberté du bras hydraulique et permettre des mouvements plus rapides ;

- concevoir un porteur tout électrique sur chenilles.

3.6 - *RENDEMENTS REALISES ET ATTENDUS A L'ABATTAGE DU FILON*

Pour ce qui concerne le travail au BRH, des chronométrages ont été faits dans les derniers jours du test, quand le personnel avait déjà assez bien le matériel en main. En trois demi-postes, 12 godets d'environ 2.25 t ont été remplis. Les temps de cycle moyens par godet sont les suivants :

abattage du filon	23 mn
vider le godet	5 mn
piquage du stérile et purge	13 mn
incidents et divers	(5)mn
Total hors incidents	41 mn.

En exploitation réelle, on travaillerait dans une galerie plus étroite (1,90 m) et on utiliserait un chargeur transporteur type CT 1500, avec un godet élargi, d'une capacité de 1,2 t (au lieu de 1,1 t pour le godet standard de 1 cuyd). Compte tenu des améliorations envisagées pour le BRH, il est raisonnable d'escompter en régime de croisière une efficacité triple à l'abattage du quartz.

De même, lors du test l'engin dont on disposait était très mal adapté à la purge et celle-ci était faite essentiellement à la pince. En exploitation réelle, elle devrait pouvoir se faire à l'aide du BRH pendant que le scoop vide son godet.

Les performances qu'on peut attendre en exploitation sont donc les suivantes :

Temps Moyen par Cycle en Exploitation (soit pour un godet de 1.2 t)

abattage au filon : $23 \times \frac{1.2}{2.25} \times \frac{1}{3} =$	4 mn
vider le godet/piquer le stérile et purger :	5 mn
total hors incidents	9 mn.

3.7 - RENDEMENTS A L'ABATTAGE DU SCHISTE A L'EXPLOSIF

Lors du test :

- pour 20 m de taille, 24 mines de 1,20 m ;
- foration + chargement de 14 mines, soit 18 m, à deux hommes : 2 h, soit 4,5 m/h pour un homme ; ce rendement paraît faible ; c'est la seule mesure dont on dispose au chantier BRH, mais aux sous-niveaux, on a obtenu des rendements bien supérieurs.

Lors du test le filon était sur le côté de la galerie. En exploitation on le tiendra au milieu, si bien qu'il faudra miner des deux côtés. Il faut donc compter environ 2 mètres de mine par mètre de taille.

4 - SOUS-NIVEAUX ETROITS AVEC CHARGEMENT PAR MICROSCOOP

4.1 - DESCRIPTION DE LA METHODE

C'est la méthode des sous-niveaux classiques, qui comporte deux phases principales (figure 6) :

- phase A : traçage de sous-niveaux au filon ; pour limiter la dilution du quartz, elle s'effectue en deux temps :

  . A_1 : volée dans le stérile sur 1,40 m de large, tir et chargement du stérile ;

  . A_2 : abattage du minerai au toit de la volée stérile.

- phase B : dépilage du stot par mines verticales, en laissant les piliers nécessaires au maintien de la chambre.

4.2 - LE MATERIEL UTILISE

- foration : on pourrait envisager un minijumbo de 0,80 à 1 m de largeur, comme ceux qui arrivent sur le marché et qui peuvent évoluer dans des galeries de 1,50 m ; ici on s'est contenté d'une foration manuelle ;

- abattage du quartz : au marteau-piqueur ;

- chargeur-transporteur : on a testé le microscoop CT 500 de l'Equipement Minier, lancé depuis deux ans, et qui semble donner satisfaction aux exploitants dans des galeries étroites.

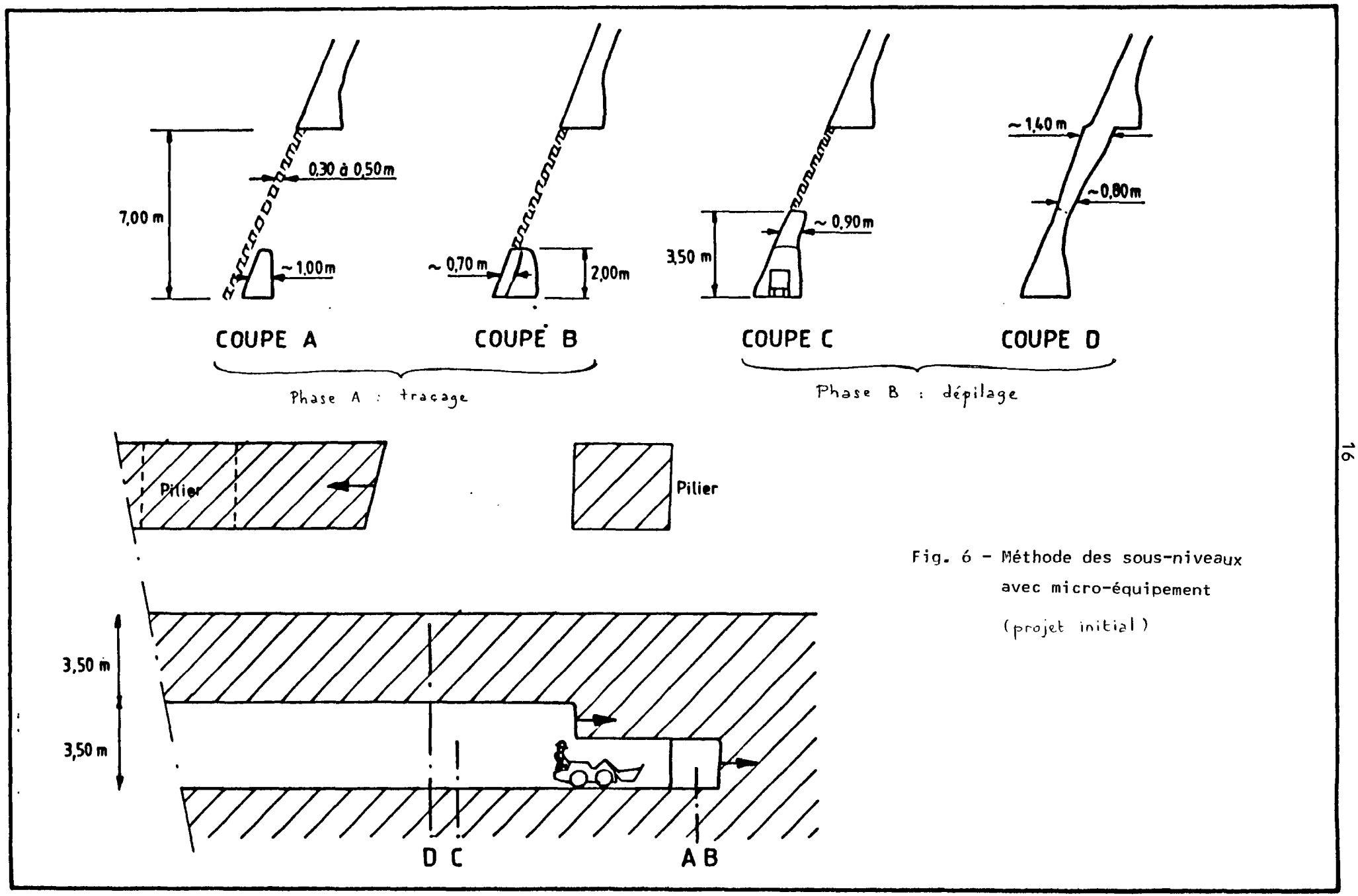


Fig. 6 - Méthode des sous-niveaux avec micro-équipement (projet initial)

4.3 - LES ROCHES ABATTUES

- niveau 507 : traçage de 40 m de sous-niveau avec abattage sélectif,

- niveau 514 : traçage de 21 m de sous-niveau avec abattage non sélectif : A_1 et A_2 sont remplacés par un tir d'abattage du quartz et du schiste ; le traçage est plus rapide, mais le quartz se trouve très dilué,

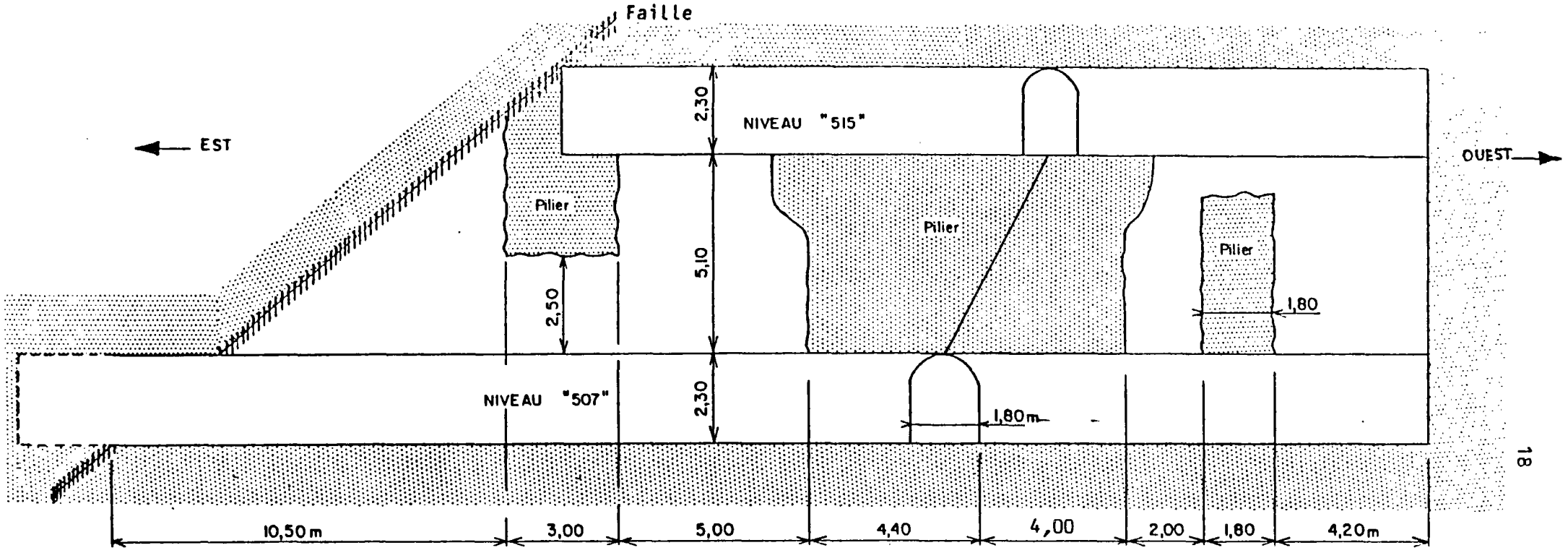
- dépilage entre les niveaux 507 et 514.

Les caractéristiques géométriques des roches abattues sont synthétisées par la figure 7 et par le tableau 2. Noter que les taux de dilution au traçage sélectif et au dépilage sont élevés à cause de la forte puissance des filons.

	Niveau 507 méthode sélective	Niveau 514 méthode non sélective	dépilage
Longueur	40 m	21 m	0,58 x 28 (1)
Hauteur moyenne	2,3	2,1	5,1
Largeur du filon	0,6	0,43	0,6
Largeur totale	1,7	1,27	0,9
Section du filon m^2	1,4	0,9	3,1
Section totale m^2	4,0	2,6	4,6
Tonnage stérile t	260	0	0
Tonnage T.V. t	140	140	190
Taux de dilution approximatif (quartz/TV)	proche de 1	0,34	0,65

(1) 28 = longueur totale ; 0,58 = taux de défruitement.

Tableau 2 - Roches abattues par la méthode de sous-niveaux.



Soutènement mis en place : 12 butons en bois

Côté Est :			Côté Ouest :		
épaisseur moyenne du dépilage :	0.90 m		épaisseur moyenne du dépilage :	0.95 m	
épaisseur moyenne du filon	0.60 m		épaisseur moyenne du filon	0.60 m	
surface dépilée	50	m^2	surface dépilée	32	m^2
surface laissée en place	34.5	m^2	surface laissée en place	26.5	m^2
taux de défuitement	59	%	taux de défuitement	55	%
volume de tout-venant	45	m^3	volume de tout-venant	30	m^3

Fig.7 - Levé géométrique des contours des vides (galeries et chambres) - chantier sous-niveaux et dépilage d'après E. DURAND

4.4 - RESULTATS OBTENUS SUR LE PLAN QUALITATIF

Le microscoop est parfaitement adapté au traçage des sous-niveaux. Pour des filons de 40 cm de puissance, la largeur des sous-niveaux serait soit de 1,40 m, dans le cas de volées non sélectives, soit de 1,60 m dans le cas de volées sélectives.

Compte tenu du pendage et des irrégularités du filon, l'abattage des stots doit être fait par des mines verticales courtes (lors du test, les volées faisaient un peu plus de 1.50 m) ; il semble que l'ouverture moyenne des dépilages peut être maintenue à 0,90 m.

4.5 - RENDEMENTS AU TIR

Mines et Explosifs

Le tableau 3 donne les mines et explosifs par mètre d'avancement. Il donne également, à titre indicatif, la main-d'oeuvre totale en hp/m. (foration, chargement, tir, fumées, purge, marinage...). Ces éléments proviennent des rapports de fin de poste. Les rendements en hp/m sont :

- approximatifs : lorsqu'une équipe travaille sur plusieurs chantiers, le rapport de fin de poste ne précise pas le temps passé à chacun d'eux ;

- obtenus par excès : l'équipe effectue en plus du travail propre au chantier des tâches auxiliaires qui ne devraient pas s'y attacher (roulage par exemple) ; et les incidents, plus nombreux sur un chantier expérimental, sont tous inclus dans ce rendement.

Le tableau donne également pour information les résultats obtenus en sous-niveau standard (TR 407 en préparatoires au BRH), avec marinage par un scoop ST 2B (godet de 2 cuyd).

	Longueur mesurée (m)	Section à tirer (m^2)	Mines (mètres de mines/m)	Explosifs (kg/m)	Main d'oeuvre par excès (hp/m)	Nb Volées
S.N. standard sélectif TR 497	24	4,5	22,0	9,0	1,3	16
S.N. standard non sélectif TR 497	5	4,5	24,0	11,8	2,2	3
S.N. étroit sélectif TR 507	41	2,6	15,9	7,8	2,4	28
S.N. étroit non sélectif TR 514	22	2,6	11,4	5,3	0,8	16
Dépilage (1) 507-514	16(2)	4,7(3)	10,0	4,5	1,3	
soit par tonne	(195 t)		0,82 m/t	370 g/t	0,11 hp/t	

(1) la hauteur est dépilée en 3 tirs ; les valeurs données concernent le total des tirs.

(2) longueur : longueur totale de la galerie (28 m) x taux de défuitement (0,58)

(3) section : volume/longueur = section verticale des parties dépilées.

Tableau 3 - Rendements globaux en sous-niveaux, par mètre d'avancement.

On dispose par ailleurs de quelques chronométrages d'un cycle complet (à peu près un par type de chantier). Les résultats indicatifs qu'on peut en tirer sont les suivants (ils sont confirmés par les rendements obtenus lors des travaux au stérile ; cf. section 4).

Foration

- mines horizontales en traçage :

  12 mines de 1,50 m, soit 18 m de mines, 1 opérateur, 1 h ; soit un rendement de 18 m/hh (mètre par homme-heure).

- mines verticales pour dépilage :

  13 mines de 1,50 m, soit 19,5 m de mines, 1 opérateur, 1h30
  9 mines de 1,50 m, soit 13,5 m de mines, 1 opérateur, 0h45
  Soit un rendement de 13 à 18 m/hh (non compris la pose d'échafaudages).

Chargement - tir

- mines horizontales :

  12 mines, 1 opérateur,
  1er cas : 0h45,
  2ème cas : 0h15.
  soit un rendement de 16 à 48 mines/hh.

- mines verticales :

  le rendement semble être de 16 à 20 mines/hh.

4.6 - RENDEMENT A L'ABATTAGE DU QUARTZ AU MARTEAU-PIQUEUR (Méthode sélective)

On dispose de deux chronométrages, l'un en sous-niveau étroit, l'autre en sous-niveau standard lors des préparatoires au BRH :

- en sous-niveau étroit (TR 507) : 2 h à 2 hommes pour 4,8 t quartz, soit un rendement de 1,2 t/h pour un homme ;
- en sous-niveau standard (TR 497) : 1 h à 2 hommes pour 7 t quartz, soit un rendement de 3,5 t/hh.

Le compte-rendu précise qu'en sous-niveaux étroits, l'abattage du quartz demande 1 à 3 h à 2 hommes, ceci pour 5,6 t de quartz en moyenne. Même en considérant qu'une durée de 3 h est exceptionnelle, on ne peut guère escompter mieux qu'un rendement de 2 t/h.

Il s'agit ici de tonnages de quartz en place. Comme une petite partie du quartz part lors du tir des schistes, le rendement réel est réduit d'autant.

4.7 - RENDEMENT AU MARINAGE

Dans les deux cas chronométrés le marinage, portant sur une vingtaine de godets, s'est effectué au rythme de 23-24 godets à l'heure. La distance à la cheminée était faible (environ 8 m). Le microscoop est muni d'un câble de 85 m. Afin de ne pas multiplier les cheminées, en exploitation la distance moyenne à la cheminée serait d'environ 40 m. Le rendement ci-dessus est alors ramené, pour une vitesse de 4 km/h, à 17 godets à l'heure.

Les rendements observés à Huaron sur un test plus long font état de 21 godets par heure de 50 mn (pour 40 m).

A titre indicatif, le rendement donné par le constructeur est de 27 godets par heure de 60 mn (toujours à 40 m).

5 - TRAVAUX PREPARATOIRES

5.1 - TRAVAUX REALISES

Ils sont décrits section 2.2.

5.2 - RENDEMENTS EN TRACAGE AU STERILE

Mines et Explosifs

Le tableau 4 donne les mines et explosifs utilisés par mètre d'avancement, ainsi que la main d'oeuvre totale, avec les mêmes réserves que pour les sous-niveaux (section 4.5).

	Longueur mesurée (m)	Section à tirer (m^2)	Mines (mètres de mines/m)	Explosifs (kg/m)	Main d'oeuvre par excès (hp/m)	Nb Volées
Bretelles BR201-BR220	53	5,6	24,5	11,8	1,3	27
Rampe 507-514	79	3,3	17,9	9,4	1,1	50
S.N. standard stérile TR 497	11	5,0	20,0	10,8	0,9	6

Tableau 4 - Rendements en travaux préparatoires au stérile, par mètre d'avancement.

Foration

D'après 8 compte-rendus détaillés concernant un cycle d'avancement, la foration s'effectuait au rythme de 10 à 42 m/hh, avec une moyenne de 18 m/hh.

Chargement

De même le chargement s'effectuait au rythme de 25 à 100 m/hh, avec une moyenne d'environ 50 m/hh.

6 - TENUE DES TERRAINS

L'étude géotechnique réalisée en 1983(1) nous mettait en garde contre les limites d'emploi de la méthode des sous-niveaux, dans le cas où les chambres vides créées au dépilage seraient trop importantes. C'est pourquoi une visite des travaux a été effectuée par E. DURAND (SGN/GEG). On trouvera son rapport en annexe. La tenue du dépilage réalisé s'avère satisfaisante. La transposition à des travaux plus importants et plus profonds est délicate. Cela permet néanmoins d'envisager l'utilisation de cette méthode pour des panneaux de dimension réduite, moyennant certaines précautions.

La méthode d'abattage au BRH ne semble pas poser de problème particulier.

---

(1) D. BILLAUX, B. FEUGA et F. WOJTKOWIAK, mai 1983 : Gisement de Leucamp (Cantal) - Analyse de la stabilité d'une exploitation par chambres vides et piliers abandonnés des filons minces de quartz à wolframite ; 83 SGN 336 GEG.

7 - ECHANTILLONNAGE

7.1 - DISTRIBUTION GRANULOCHIMIQUE

Deux lots ont été prélevés :

- 1 lot de 640 kg issu du sous-niveau 515 exploité en non sélectif ;
- 1 lot de 780 kg provenant du dépilage.

Chaque lot a été soumis à des tamisages successifs sur grilles de 100 mm à 0.01 mm, ainsi qu'à des scheidages manuels jusqu'à la fraction 5 mm, de façon à analyser l'évolution de la proportion de quartz et de la teneur en WO_3 avec la granulométrie. Les résultats figurent au tableau 5.

En ce qui concerne la fraction > 100 mm du sous-niveau, elle est sans doute entachée d'une erreur de manipulation lors de la constitution de lot.

On peut faire les remarques suivantes :

- les fortes proportions de quartz sont dues à la puissance relativement exceptionnelle du quartz dans la zone testée ;

- cette forte puissance du filon s'accompagne de fortes teneurs : toujours plus de 2 % WO_3 dans le quartz ;

- les teneurs du tout-venant baissent avec la granulométrie.

7.2 - TENEUR DES SCHISTES

Une information importante est la teneur non négligeable des schistes ; on l'a analysée par acquis de conscience à la granulométrie 12,5 - 30 mm ; on obtient 0,30 % pour les sous-niveaux et 0,37 % dans le dépilage. Un examen sous lampe UV révèle la présence de scheelite, qui se présente sous une forme effectivement assez voisine à celle des schistes. Deux analyses complémentaires ont alors été faites, sur un échantillon de la même tranche granulométrique, débarrassé au préalable de ses morceaux de

scheelite après examen sous lampe UV. Les teneurs obtenues restent aussi fortes : 0,25 % et 0,63 % respectivement.

Ces résultats ne peuvent être généralisés sans précaution, car ils sont établis sur des masses d'échantillon limitées. On peut conclure à tout le moins qu'une étude s'impose. S'il s'avérait que les schistes ont de telles teneurs, ne serait-ce qu'au voisinage du filon de quartz, l'intérêt des méthodes sélectives testées est à revoir.

Sous-niveau 515 non sélectif

Granulométrie	Schistes			Quartz			Tout-venant		
	Poids	%S/(S+Q)	Teneur	Poids	%Q/(S+Q)	Teneur	Poids	%	Teneur
> 100 mm	5	(13.5)		32	(86.5)		37	6.1	1.89
30 - 100	34	43.0		45	57.0	2.19	79	13.0	(1.25)(1)
12.5 - 30	45	42.1	0.30	62	57.9	3.03	107	17.5	1.88
5 - 12.5	28	33.7		55	66.3		83	13.6	2.41
2 - 5	37	53.5		32	46.5		69	11.3	1.56
1 - 2							56	9.2	1.45
0,01- 1							166	27.2	1.05
< 0.01							13	2.1	
TOTAL							610	100.0	

Dépilage 507-514

Granulométrie	Schistes			Quartz			Tout-venant		
	Poids	%S/(S+Q)	Teneur	Poids	%Q/(S+Q)	Teneur	Poids	%	Teneur
> 100 mm	53	40.5		78	59.5		131	16.6	1.52
30 - 100	80	43.5		104	56.5	2.56	184	23.4	(1.45)(1)
12.5 - 30	40	30.7	0.37	89	69.3	2.24	129	16.4	1.67
5 - 12.5	38.5	39.3		58	60.7		96.5	12.3	1.87
2 - 5	24.5	32.5		50.5	67.5		75	9.5	1.66
1 - 2							42.5	5.4	1.61
0,01- 1							120	15.2	0.95
< 0.01							9	1.1	
TOTAL							787	100.0	

(1) calculé avec hypothèse teneur schistes = 0

Tableau 5 - Distribution granulochimique des deux échantillons

DOCUMENTS ANNEXES

- Plan des travaux miniers réalisés.

- Note RDM/DPM/n° 84/19/667 "Premières conclusions du test d'abattage au BRH 125, mené à Leucamp en novembre-décembre 1983", par J.P. BENZ.

- Compte-rendu de visite à Leucamp, daté du 25.1.84, par E. DURAND, SGN/GEG.

Division MASSIF CENTRAL
Mission Auvergne-Velay

LEUCAMP (Cantal)

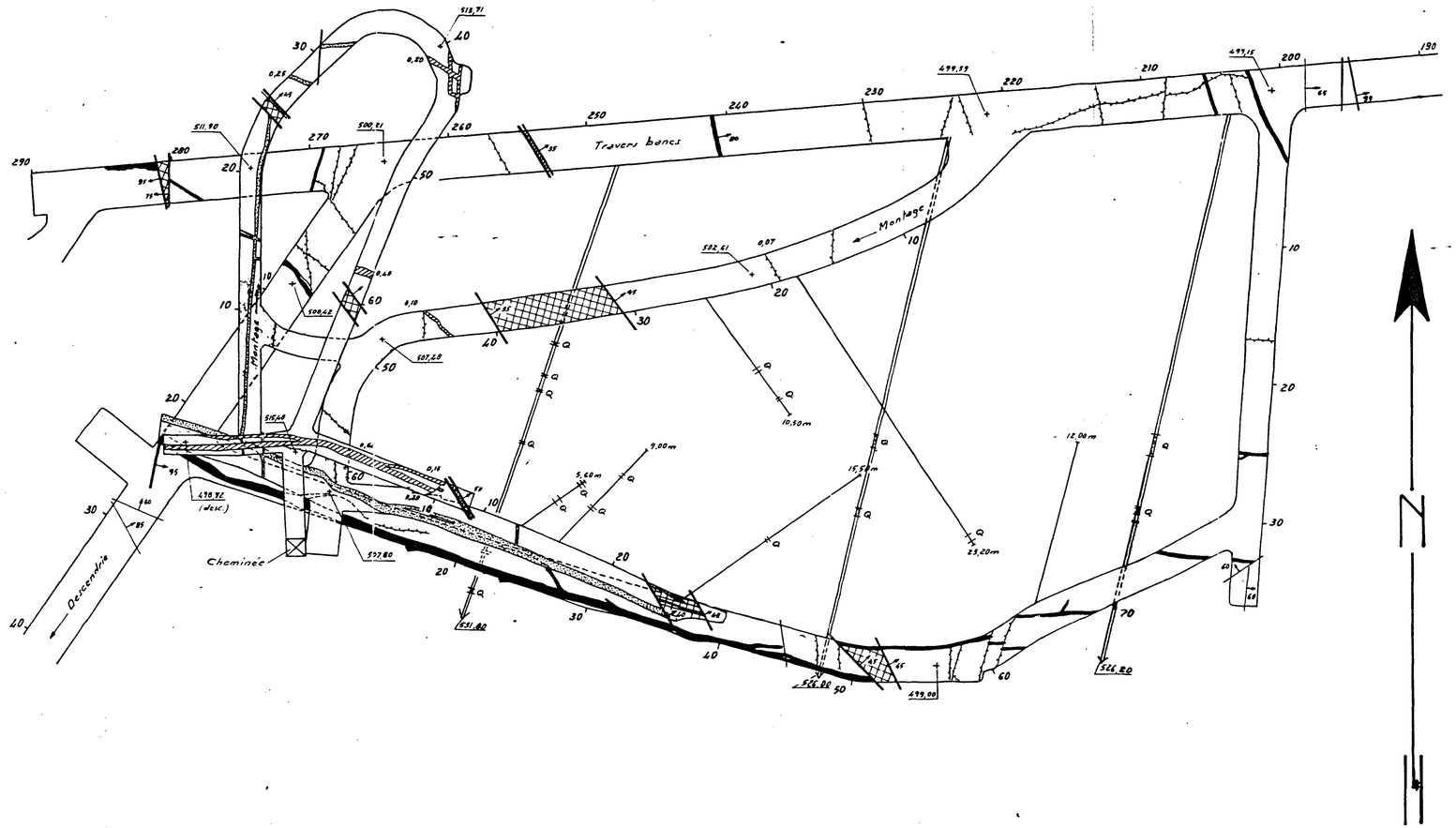
PLAN METAUX

Convention N°347

PLAN DES TRAVAUX DU TEST D'ABATTAGE

FILON 23 E

- Filon au niveau 515
- Filon au niveau 508
- Filon au niveau 499
- Filon cm
- Fracture avec zone broyée
- Petite fracture
- 20 — Cote repère d'avancement, le zéro étant l'intersection de l'axe de la galerie avec l'aplomb du parement d'attaque.
- 499,90 — Cote d'altitude
- 9,00m — Sondage percutant avec impact et sa longueur
- Sondage carotté



Annexe N° 1

Echelle 1/250

Mars 1984

RDM/DPM/n° 84/19/667 Orléans, le 20 janvier 1984

JPB/SO

PREMIERES CONCLUSIONS DU TEST D'ABATTAGE AU BRH 125, MENE A LEUCAMP EN NOVEMBRE-DECEMBRE 1983

Modifications à prévoir sur un engin destiné à l'exploitation

---

J.P. BENZ

1 - RAPPEL DES CONDITIONS DANS LESQUELLES A ETE MENE LE TEST

1.1 - Les roches abattues

Il s'agissait d'abattre un filon subvertical de quartz dont la puissance variait entre 35 et 80 cm (moyenne 50 cm), encaissé dans des micaschistes.

- Le quartz est une roche très dure et abrasive, mais fortement fracturée et éclatant bien.

- Le micaschiste est une roche moyennement dure à assez tendre, localement diaclasée.

Les résultats des essais de laboratoire réalisés sur des échantillons de ces deux espèces de roches sont portés en annexe.

1.2 - Le matériel utilisé

L'abattage était réalisé par un BRH 125, supporté par un bras télescopique, lui-même porté par un mini-pantofore.

Le quartz était abattu directement dans le godet d'un chargeur-transporteur CT 2 500 de l'Equipement Minier (capacité 1,5 m^3), tandis que le schiste tombait au sol.

Des essais d'abattage du quartz dans un réceptacle à minerai desservi par le micro-scoop CT 500 ont également été faits, mais n'ont pas donné satisfaction.

1.3 - Méthode d'abattage

Le cycle d'abattage comportait quatre phases :

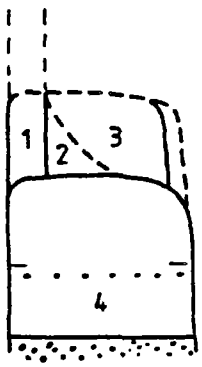
a) abattage du filon dans le godet du scoop, par tranches de 1 m ;

b) élargissement de la saignée en abattant du schiste au BRH et purge provisoire ;

c) abattage du schiste à l'explosif, pour reprofiler la nouvelle tranche ;

d) purge définitive et égalisation du remblai.

Les phases a) et b) alternent généralement après chaque godet (c'est-à-dire après avoir abattu 2,2 t de quartz), tandis que les phases c) et d) se font après l'abattage du quartz de toute une tranche.



N.B. Lors du test, le filon était généralement sur le côté de la tranche. Dans une exploitation, on aura intérêt, par contre, à le maintenir au milieu, pour faciliter l'abattage et pour obtenir une meilleure tenue de la couronne entre les phases b) et c).

1.4 - Résultats obtenus

L'abattage a porté sur 100 m^2 de filon, soit trois tranches, ayant en moyenne 35 m de long et 95 cm de haut.

Le tonnage total de quartz abattu est estimé à 120 t.

Des chronométrages ont été faits dans les derniers jours du test, quand le personnel avait déjà le matériel assez bien en main ; pendant 4 demi-postes.

Si l'on exclut les résultats du 09/12 après-midi, où les opérations ont été plus longues car il fallait égaliser le filon pour poser le grillage définitif, les résultats ont été les suivants :

08/12, le matin :

(phase a)	abattage du filon (4 godets CT 2 500) 21' + 22' + 30' + 20' =	95 '
	vider le godet 4' + 4' + 2' + 5' =	15'
(phase b)	piquage du stérile et purge 15' + 2' + 10' + 20' + 14' =	61'
	incidents et divers 13' + 3' =	16'
TOTAL		185'

08/12, l'après-midi :

abattage du filon (4 godets CT 2 500) 28' + 22' + 20' + 15' =	85'
vider le godet 5' + 5' + 5' + 5' =	20'
piquage stérile et purge 13' + 50' =	63'
incidents et divers	35'
TOTAL	203'

09/12, le matin :

	abattage du filon (4 godets CT 2 500) 17' + 12' + 31' + 37' =	97'
	vider le godet 9' + 5' + 6' + 5' =	25'
(phase b)	piquage du stérile et purge 9' + 5' + 5' + 11' =	30'
	incidents et divers	10'
TOTAL		162'

Moyenne par cycle (soit par godet de CT 2 500, estimé à 2,25 t)

abattage filon	23'
vider le godet	5'
piquage du stérile et purge	13'
incidents et divers	5'
TOTAL	46'

2 - CRITIQUE DU MATERIEL TESTE

Nous nous bornerons à critiquer le BRH 125 et son porteur qui, rappelons-le, n'avaient pas la prétention d'être parfaitement adaptés au problème posé, mais étaient deux éléments disponibles, assemblés au moindre coût.

2.1 - Possibilités d'abattage

La puissance du marteau paraît suffisante pour assurer une bonne pénétration aussi bien dans le quartz que dans les épontes. Les difficultés rencontrées sont liées essentiellement à deux causes :

a) difficulté d'amorcer la frappe du marteau quand la réaction de la roche était insuffisante ou orientée suivant un angle important par rapport à l'axe du marteau. Cette difficulté provient d'une sécurité prévue pour protéger la machine contre les réactions brutales des frappes à vide ; elle a été en grande partie résolue après recalibrage du trou d'admission d'huile dans le piston. Il faudra tenir compte de ce fait dans la conception d'un modèle ultérieur.

b) difficulté de positionner correctement le marteau,en position de l'impact et en direction. Un bon positionnement du marteau est fondamental pour profiter au mieux de la configuration du terrain et des points de faiblesse de la roche, et pour éviter l'inconvénient signalé en a).

Une amélioration peut être obtenue en jouant sur trois facteurs :

- améliorer la visibilité de l'opérateur (voir 2.2)

- mieux adapter les degrés de liberté du bras hydraulique (voir 2.3)

- augmenter la précision des mouvements en diminuant le porte-à-faux.

2.2 - Visibilité

La mauvaise visibilité pour l'opérateur était un des défauts majeurs de l'engin testé.

Des améliorations peuvent être apportées en jouant sur deux facteurs :

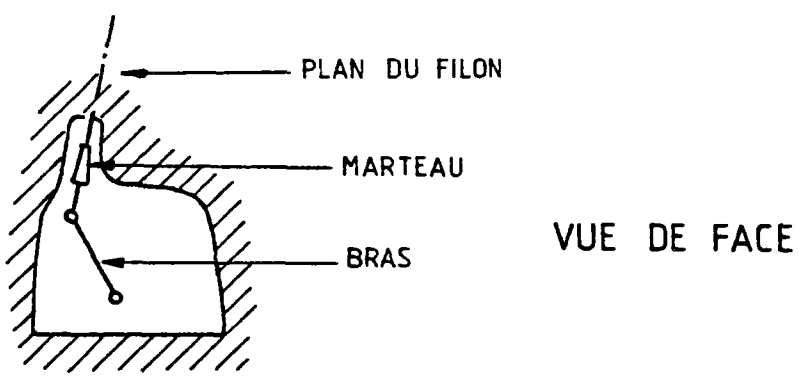
- diminuer l'encombrement du marteau, ou plutôt, de sa caisse de protection et de sa glissière. La largeur hors tout de la glissière était de 35 cm ; si *quelques centimètres* pouvaient être gagnés (ce qui semble possible), cela aurait une très grande importance , d'autant plus que *la puissance minimale des filons à exploiter est précisément de cet ordre.*

- prévoir un système de télécommande permettant à l'opérateur de se placer à l'endroit le plus favorable.

2.3 - Degrés de liberté du bras hydraulique

Nous ne voulons pas ici décrire et discuter le détail de la cinétique du bras existant mais simplement signaler que des difficultés liées à la conception de la cinétique ont été rencontrées pour exécuter les mouvements suivants :

- difficultés pour orienter le marteau dans le plan du filon (cf. figure ci-dessous)

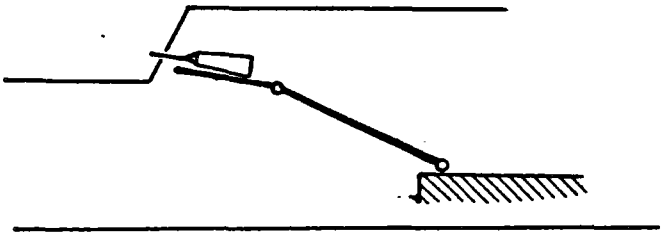


- course de la glissière supportant le marteau trop limité, ce qui compromet fortement l'efficacité de l'abattage (il faut tenir évidemment compte du fait que cette longueur de course est conditionnée par la longueur du pic) : un pic à la fois plus long et plus gros est-il envisageable pour ce marteau ? (A puissance égale, un outil de plus grande section serait favorable à l'abattage du quartz.)

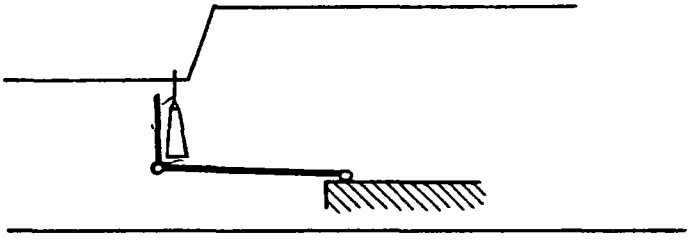
- lenteur de tous les mouvements.

N.B. Il faut tenir compte du fait que le BRH doit pouvoir travailler dans trois positions fondamentales.

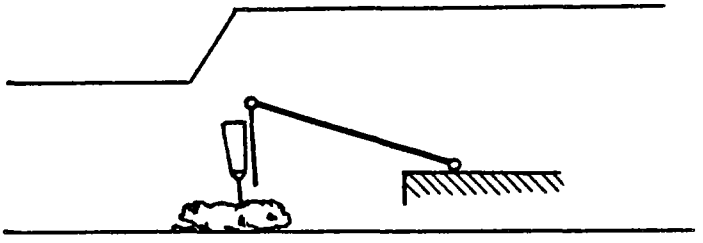
a) abattage sub-horizontal (position normale d'abattage)



b) abattage sub-vertical (position exceptionnelle, à laquelle il faudra recourir dans certains cas)



c) débitage de blocs tombés à terre



2.4 - Encombrement du bras

Nous avons dit que la course de la glissière pourrait être rallongée ; par contre, le longueur du bras pourrait être réduite sans inconvénient.

2.5 - Porteur

Nous ne nous étendrons pas sur les défauts du porteur, qui n'a rien à voir avec celui que l'on utiliserait à l'exploitation.

Signalons toutefois que l'articulation maîtresse du mini pantofore souffrait beaucoup des contrecoups de la frappe.

2.6 - Hygiène et sécurité

a) *Tenue de la couronne*

L'emploi du BRH est incontestablement favorable pour la tenue de la couronne par rapport à l'explosif.

b) *Purge*

Il s'avère que l'engin dont on disposait est très mal adapté à la purge et que la purge a dû être faite en grande partie à la pince.

Un engin mieux adapté (voir § 2.2, 2.3 et 2.4) devrait permettre de mécaniser la majeure partie de ce travail.

c) *Poussières*

Le système d'arrosage semblait assez efficace mais pourrait être encore amélioré.

Il faut combiner le jet destiné à mouiller la roche, l'eau nébulisée destinée à capter les poussières et un "rideau d'eau" destiné à capter l'eau nébulisée chargée de poussière. Ce rideau peut se déclencher uniquement au moment de la frappe, de façon à améliorer la visibilité et minimiser la consommation d'eau.

3 - CARACTERISTIQUES GENERALES D'UN ENGIN MIEUX ADAPTE A CE TRAVAIL

3.1 - Marteau

En principe, il s'agit du BRH 125.
Encombrement minimum du caisson protecteur et de la glissière (voir § 2.2).

Pour le système d'arrosage, voir § 2.6 (c).

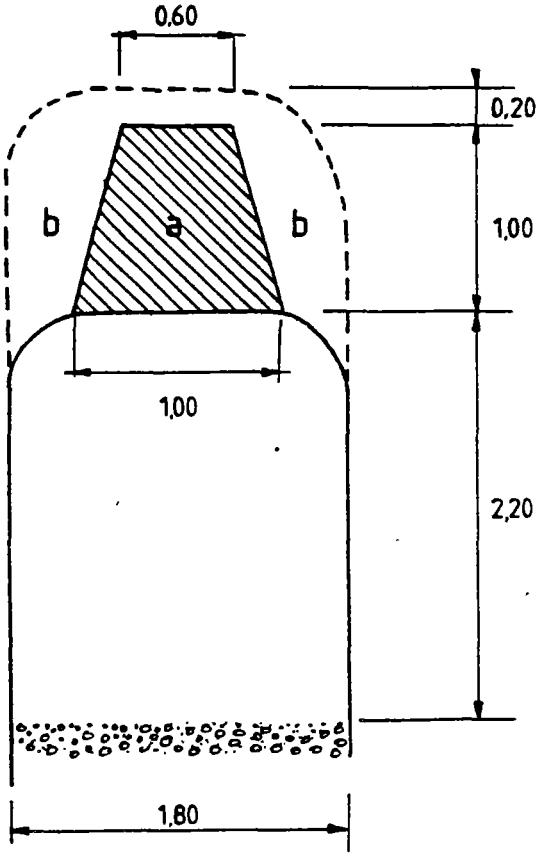
3.2 - Glissière et bras hydraulique

Voir remarques au § 2.2, 2.3 et 2.4

La section des tranchées à abattre prévue est la suivante :

a : zone normale d'abattage au BRH

b : zone de bordure qui doit pouvoir être éventuellement abattue au BRH



3.3 - Porteur

Porteur sur chenilles, tout électrique.

L'engin travaillerait en liaison avec un chargeur transporteur, type CT 1 700 (ou HST 1) dont la largeur hors-tout est de 1,27 m et la longueur hors-tout de 4,90 m. Il serait donc souhaitable que la largeur du porteur soit de l'ordre de 1,20 m et sa longueur hors-tout de l'ordre de 5 m (du moins avec marteau abaissé).

Le rayon de giration n'a pas trop d'importance car l'engin devra surtout se déplacer en ligne droite (en avant et en arrière).

TABLEAU N° 1

GISEMENT DE TUNGSTENE DE LEUCAMP (CANTAL)

Résultats des essais de laboratoire réalisés sur le minerai (quartz à wolframite)

ESSAIS / REFERENCE	ETAT NATUREL γd T/m³	ETAT NATUREL W %	VITESSE DU SON VL m/s	RESISTANCE A LA TRACTION INDIRECTE R_{tb} MPa	RESISTANCE A LA COMPRESSION SIMPLE R_c MPa	MODULE DE DEFORMATION LONGITUDINALE E MPa	OBSERVATIONS
	EPROUVETTES D'ESSAI CAROTTEES PARALLELEMENT AUX EPONTES						
BLOC N° 1	2,80		6 000	11,5	186,0	113 000	
	2,67	0,04	5 700	6,7	115,0	85 000	
	2,67	0,06	5 950	7,4	189,0	100 000	
	2,67	0,02	6 000	6,6	107,0	98 700	
	2,70		5 800		129,0	55 400	
	2,67	0,06	5 900		140,0	92 200	
BLOC N° 2	2,61	0	6 100	11,5	167,0	119 500	
	2,59	0,02	6 150		190,0	108 000	
	EPROUVETTES D'ESSAI CAROTTEES PERPENDICULAIREMENT AUX EPONTES						
BLOC N° 1	2,71	0,07	5 750	7,9	164,5	42 850	
	2,66	0,03	5 590	6,1	168,0	109 300	
	2,64	0,03	5 900		148,0	98 700	
BLOC N° 2	2,61	0,04	5 410	7,4	121,0	90 200	
			5400 - 6150				
Moyenne				8,1	152,0	92 700	
Ecart-type				2,1	29,6	22 800	
Coefficient de variation				0,26	0,19	0,24	

TABLEAU N° 2

GISEMENT DE TUNGSTENE DE LEUCAMP

(CANTAL)

Résultats des essais de laboratoire réalisés sur des carottes de schistes provenant des sondages S_8 et S_{12}

N° SONDAGE	COTE DU PRELEVEMENT ET NATURE LITHOLOGIQUE	ETAT NATUREL γd T/m³	ETAT NATUREL W %	VITESSE DU SON VL m/s	RESISTANCE A LA TRACTION INDIRECTE R_{tb} MPa	RESISTANCE A LA COMPRESSION SIMPLE R_c MPa	MODULE DE DEFORMATION LONGITUDINALE E MPa	OBSERVATIONS
S_8	(33,07/33,10) (33,60/33,73) Schistes gris clair à séricite	2,54	4,4	2 830	0,5	5,1	2 860	Rupture en plusieurs plans //schistosité 70°
	(57,70/57,83) Schistes gris clair à séricite	2,48		1 900		5,2	830	
	(57,85/57,92) (65,87/66,10) Schistes tachetés à séricite	2,51		1 600	1,3	4,4	540	Rupture suivant une fissure ouverte //schistosité
	(66,10/66,23) Schistes tachetés à séricite	2,62		1 990		5,1	550	Rupture suivant une fissure inclinée à 60°
S_{12}	(83,90/84,03) Schistes tachetés	2,50	3,8	2 375		4,8	1 060	Rupture suivant fissures
	(84,28/84,34) (84,03/84,16) Schistes à séricite	2,52	3,6	2 210	1,2	4,3	1 100	Rupture suivant fissure verticale et selon la schistosité 40°
	(89,63/ 89,69) (124,00/124,13) Schistes tachetés	2,51	4	2 130	0,6	6,3	1 200	Rupture suivant fissure inclinée à 60°
	(124,13/124,20) (124,73/124,86) Schistes tachetés	2,43	4,5		1,2 1,0	6,6	990	Schistosité à 45° Rupture suivant plan incliné à 60°
	(124,87/125,00) Schistes tachetés	2,46	4,1	1 930		6,2	1 000	Rupture suivant la schistosité 40°
	(129,35/129,45) Schistes tachetés	2,46	3,4			15,9		
	(133,60/133,70) Schistes à séricite	2,44	4,8	1 690		58,7	6 300	Inclusion de quartz suivant plan incliné à 20°
	(138,15/138,25) Schistes à séricite	2,30	5,6	1 380		1,4	100	Plan de rupture avec produit talqueux et séricitaux
	(166,70/166,80) Schistes tachetés	2,58	3,5	3 290		13,4	3 900	Rupture suivant fissure inclinée à 60°
	(166,80/166,85) (172,90/173,00) Schistes tachetés	2,49	3,5	2 650				
	(203,60/203,65) (203,70/203,80) Schistes à séricite	2,58	2	3 400	3,8	15,9	5 280	Rupture suivant la schistosité 40°
	(235,20/235,30) Schistes à séricite	2,61	2,3	3 500		15,9	4 700	Rupture suivant la schistosité 60°
	(273,75/273,85) Schistes	2,62	2,5	3 640		10,1	2 840	Rupture suivant la schistosité 55°
	(275,96/276,06) Schistes	2,57	3	3 890		9,7	5 100	Rupture suivant fissure inclinée à 75°
	(89,00/89,63) Schistes tachetés			1 950		3,3	550	Rupture suivant la schistosité 45°
	(89,80/89,93) Schistes tachetés			2 590		4,3	1 190	Rupture suivant fissure
				1600 - 3900				

Les inclinaisons de la schistosité ou des plans de rupture sont indiquées par rapport à la normale de l'axe de l'éprouvette

B.R.G.M.
SGN/GEC
DD/FdB

Orléans, le 25 Janvier 1984

COMPTE-RENDU DE VISITE A LEUCAMP (CANTAL)

TESTS MINIERS.

Suite à l'étude géotechnique effectuée au début de l'année 1983 et concernant les travaux miniers prévus à Leucamp (rapport 83 SGN 336 GEG : analyse de la stabilité d'une exploitation par chambres vides et piliers abandonnés des filons minces de quartz à wolframite), la Direction des Projets Miniers (RDM/DPM) a souhaité qu'une visite soit effectuée à Leucamp par un intervenant du département GEG en vue d'examiner la tenue des terrains au voisinage des cavités ouvertes pour les tests miniers. Cette visite a été effectuée le 7 Décembre 1983 (entre 10h et 12h) en présence de Mr BENZ (RDM/DPM) et Mr DURAND (SGN/GEG).

Le jour de la visite, les tests miniers étaient sur le point de se terminer. Ils ont été conduits en deux emplacements voisins. Sur l'un d'entre eux, a été mené un test minier d'abattage par la méthode des sous-niveaux abattus ; sur l'autre, un test minier d'abattage au brise-roche hydraulique (BRH).

La localisation des emplacements des tests est schématisée sur les figures 1 et 2 (en plan et en coupe).

Les deux chantiers ont été visités mais les observations portent essentiellement sur le chantier d'abattage par la méthode des sous-niveaux abattus.

I - RAPPELS GEOLOGIQUES ET GEOTECHNIQUES

Les deux chantiers expérimentaux ont été ouverts à l'emplacement d'un filon de quartz à wolframite, subvertical, encaissé dans des micaschistes. D'une manière générale, ces filons sont distants de plusieurs dizaines de mètres et indépendants les uns des autres.

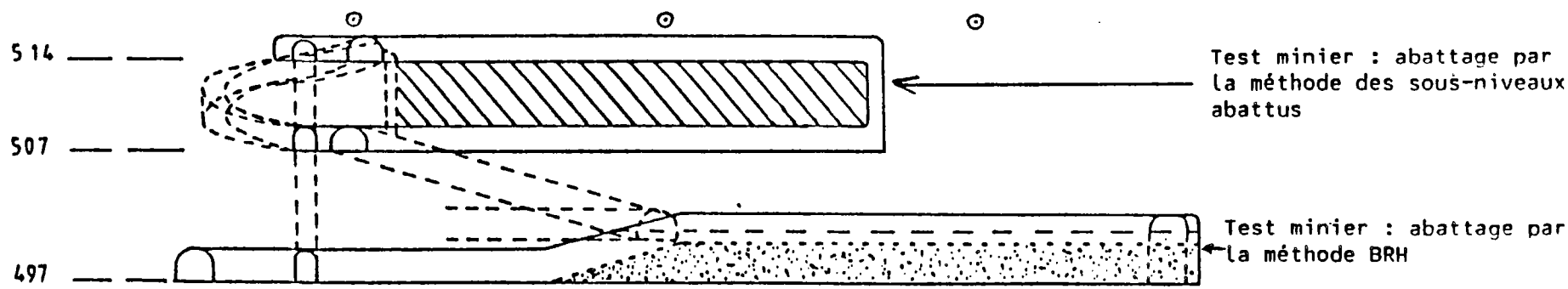


FIG 1 - LOCALISATION DES TESTS MINIERS (EN COUPE VERTICALE)

GISEMENT DE LEUCAMP D'APRES DOCUMENT BRGM/DPM

ECHELLE 1/500 IEME

LES COTES PORTEES CI-DESSUS NE SONT QU'INDICATIVES

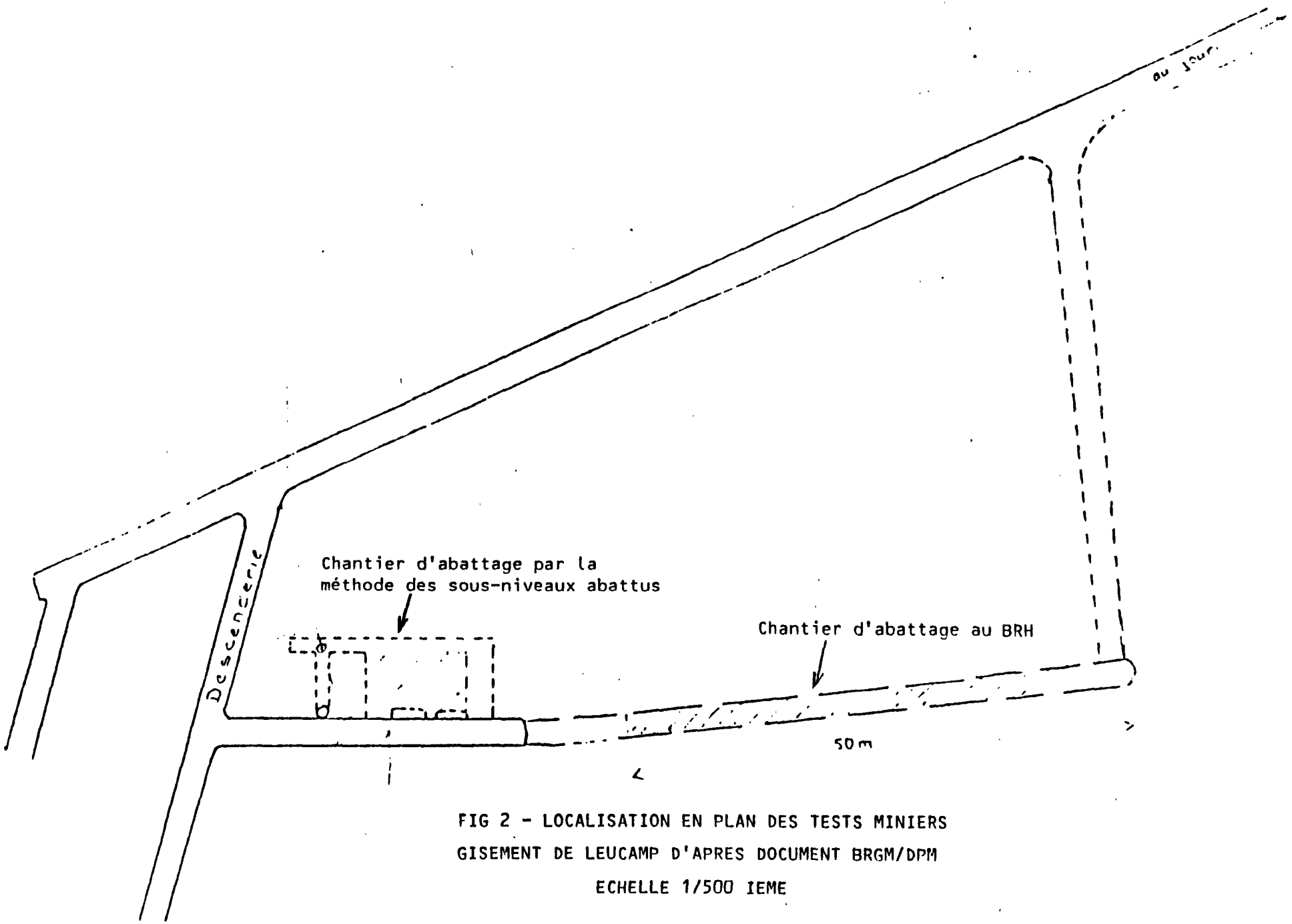


FIG 2 - LOCALISATION EN PLAN DES TESTS MINIERS
GISEMENT DE LEUCAMP D'APRES DOCUMENT BRGM/DPM
ECHELLE 1/500 IEME

Les essais géotechniques effectués en 1983 ont montré que la résistance matricielle en compression simple du quartz à wolframite est très élevée (moyenne de 152 MPa) alors que la résistance en compression simple des micaschistes est relativement faible (moyenne 7,7 MPa). Les valeurs obtenues sur les micaschistes sont par ailleurs très dispersées.

II - CHANTIER D'ABATTAGE PAR TRANCHES VERTICALES

Les tranches abattues se situent entre deux galeries horizontales réalisées l'une au-dessus de l'autre, dans le filon de quartz. La distance verticale entre le radier de la galerie supérieure (niveau 515) et le toit de la galerie inférieure (niveau 507) est de 5,10 m.

La figure 3 représente la configuration géométrique du chantier relevée le jour de la visite.

Du côté Est, l'extension du chantier a été limitée par une faille à pendage Est.

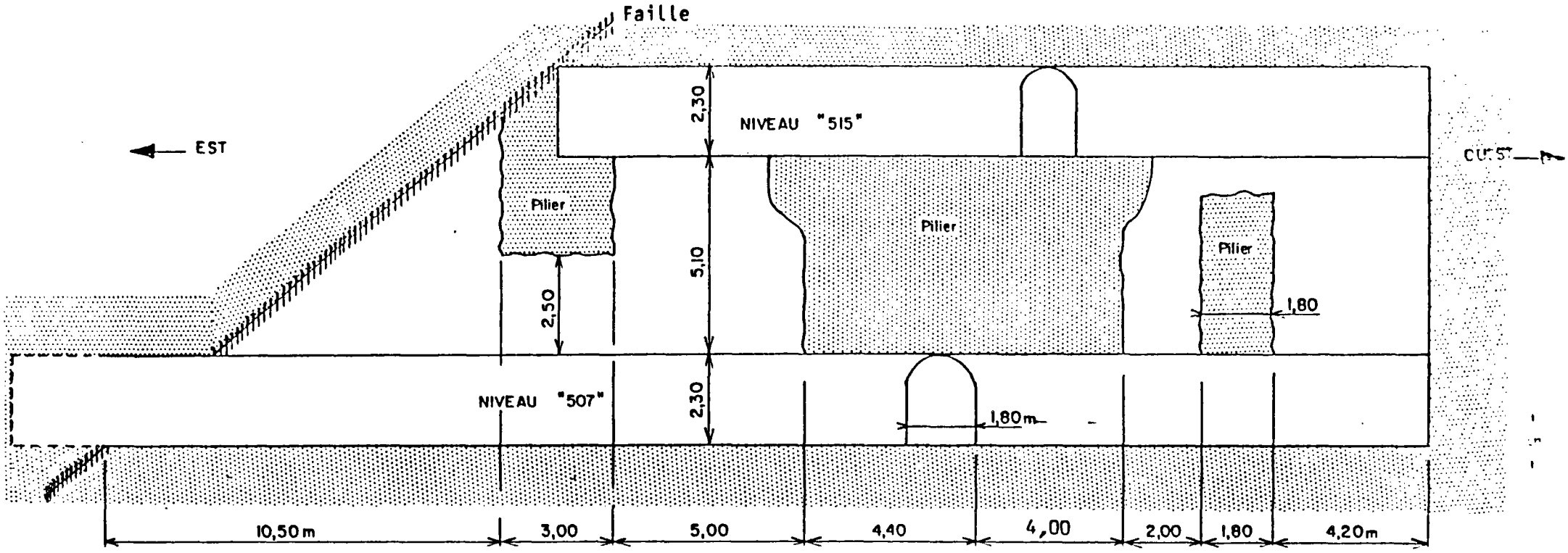
Entre les deux galeries, le filon a été abattu et il ne reste que trois piliers dont un pilier central assez important (voir figure 3).

Du côté Est, le taux de défruitement est beaucoup plus important que du côté Ouest.

Lors de la visite, un examen des parois des chambres et des piliers a été effectué en vue d'analyser le comportement mécanique des terrains.

En ce qui concerne les piliers, les observations faites n'ont pas révélées l'existence de fissures d'origine mécanique. La fracturation naturelle qui recoupe les piliers est assez dense mais leur tenue ne semble pas poser de problèmes particuliers, leur faible élancement constituant un élément particulièrement favorable à leur stabilité.

Par contre, au niveau des épontes constituées de micaschistes, de nombreuses fissures de décollement ont été observées. Elles se localisent à des profondeurs plus ou moins importantes (de quelques dizaines de centimètres à un mètre) et essentiellement dans l'éponte supérieure lorsque le filon présente un pendage non vertical.



Soutènement mis en place : 12 butons en bois

Côté Est :- épaisseur du dépilage : 0,60 à 1,10 m
soit une épaisseur moyenne de 0,90 m

- épaisseur du filon : 0,45 à 0,75 m
soit une épaisseur moyenne de 0,60 m

Côté Ouest : - épaisseur de filon : 0,55 à 0,70 m
soit une épaisseur moyenne de 0,60 m

- épaisseur du dépilage 0,75 à 1,20 m
soit une épaisseur moyenne de 0,95 m

FIG 3 - LEVE GEOMETRIQUE DES CONTOURS DES VIDES (GALERIES ET CHAMBRES)

CHANTIER AVEC ABATTAGE PAR TRANCHES VERTICALES.

Ces fissures ont contraint les mineurs à poser des butons destinés à soutenir des écailles rocheuses décollées et à éviter leurs éboulements en cavités. Ces butons (au nombre de 12) ont été installés du côté Est c'est-à-dire du côté où le taux de défruitement est le plus important. En l'absence de ces butons, il est certain que des chutes importantes de micaschistes se seraient produites.

L'origine des décollements provient de la faible résistance mécanique des micaschistes qui travaillent en flexion dans les épontes soumises à dépilage. En raison de la faible résistance à la traction des micaschistes, des ruptures se produisent induisant une décompression du massif et un décollement d'écailles.

Ces instabilités avaient été prévues dans le rapport géotechnique 83 SGN 336 GEG. Les conclusions de ce rapport demeurent valables mais il convient de les revoir à la lumière des observations faites :

a) les piliers sont constitués uniquement de quartz, et non pas de quartz en partie centrale et de micaschistes aux deux extrémités. Cette nouvelle géométrie est en partie liée à l'épaisseur plus importante du filon de quartz à cet emplacement. Il s'en suit que, dans cette configuration, la résistance du pilier (c'est-à-dire du quartz) est suffisante pour reprendre les contraintes latérales avec le taux de défruitement du chantier expérimental

b) le problème essentiel demeure la stabilité des épontes. Compte-tenu de la faible épaisseur du dépilage (environ 1 m), il est proposé, pour les travaux miniers à venir éventuels, de mettre en place un soutènement par butons. En raison du comportement observé, une densité de l'ordre de 1 buton par cinq mètre carré de parement semble suffisante aux profondeurs considérées. Cette méthode bien qu'artisanale, semble la seule susceptible de maintenir, à un coût raisonnable, la stabilité des cavités en phase d'exploitation (stabilité provisoire).

c) en l'absence d'une connaissance précise des contraintes horizontales s'exerçant dans le massif, le taux de défruitement admissible demeure difficile à appréhender. Il ne pourra être défini et optimisé qu'après connaissance du comportement des terrains lors d'un test minier (ou d'une exploitation) plus important en surface globale de dépilage.

Par ailleurs, lors de l'exploitation, des interférences mécaniques pourront se manifester entre différents filons voisins. Pour limiter ces phénomènes et les instabilités qu'ils engendrent, il est vivement conseillé de procéder à l'exploitation simultanée de filons voisins, en veillant à maintenir le minimum d'écart d'altitude entre les différents fronts d'exploitation.

III - CHANTIER D'ABATTAGE AU BRISE-ROCHE HYDRAULIQUE (BRH)

Ce chantier était destiné à analyser les possibilités d'exploitation d'un filon de quartz en procédant de la manière suivante :

a) abattage au BRH du filon de quartz en calotte de galerie avec récupération simultanée du minerai dans une benne motorisée

b) abattage au BRH des épontes de part et d'autre du filon pour obtenir une largeur de galerie de 2,30 m environ. La roche stérile abattue tombe sur le sol de la galerie qui se trouve ainsi réhaussée.

La galerie garde sa forme initiale et remonte à chaque tranche successive d'abattage.

Lors de la visite (qui a été très rapide sur ce chantier), il n'a été remarqué aucune instabilité d'ensemble autour de la cavité. Par rapport au chantier précédent, la cavité qui est ici constituée uniquement d'une galerie, est beaucoup moins importante en volume et présente une forme beaucoup plus stable.

Les instabilités qui se manifestent concernent des volumes rocheux localisés et peu importants. Il n'y a donc pas de problèmes géotechniques liés à cette technique d'exploitation mais seulement des précautions à prendre en réalisant des purges ou des reprofilages de parois pour éviter des chutes de blocs (accentuées par les vibrations du BRH) et en protégeant les engins (et le personnel opérant) au front d'abattage.

E. DURAND