

**Société PEÑARROYA**  
**Mine de LARGENTIÈRE (Ardèche)**

*Plomb – Zinc – Argent*

**RAPPORT de STAGE**

**François-Xavier BIBERT**

*Elève-Ingénieur de seconde année*

**ÉCOLE des MINES de DOUAI**

*Janvier-Février 1967*



Ce rapport a été dactylographié avec la petite « Olivetti Lettera 22 » du stagiaire, sur du papier fin, (original remis à la société Penarroya), ce qui lui a permis d'en produire quelques copies avec une machine à tirer les plans à ammoniac sur du papier sensible, pour ses professeurs et pour lui-même. Cela explique que son exemplaire, précieusement conservé et scanné cinquante ans plus tard, décoloré, n'est quasiment plus lisible ! Heureusement, quelques manipulations de traitement des images numériques ont permis de produire ce document, sans permettre d'en obtenir malheureusement une version numérique via un O.C.R.

Ceux qui le liront, pourront être assez surpris de certaines méthodes d'exploitations des années 1960, telle que le creusement d'une cheminée verticale de bas en haut au moyen **de la technique de la « cage oiseau »**. Grand respect à tous ces mineurs qui travaillaient alors dans des conditions de sécurité inimaginables au 21ème siècle !

## Dans ce rapport :

**La Société Minière et Métallurgique de PENARROYA**  
**Les Mines de Largentière**

**Historique**

**Stratigraphie et tectonique**

**Dépôts minéralisés**

**Mise en œuvre de l'exploitation**

**Travaux souterrains**

**Concentration du minerai**

---

**Déroulement du stage**

**Sujet 1 : Bouchon de tir « Coramant Cut »**

**Sujet 2 : Percement d'une cheminée par la technique  
de la cage d'oiseau**

**Le commandement à Largentière**

**Bilan de stage**

---

*Annexes :*

**Métallurgie et utilisation du zinc**

**Plans** (*non reproduits dans ce document*)

ECOLE NATIONALE DES MINES  
DE DOUAI

SOCIETE  
MINIERE et METALLURGIQUE  
de PENARROYA

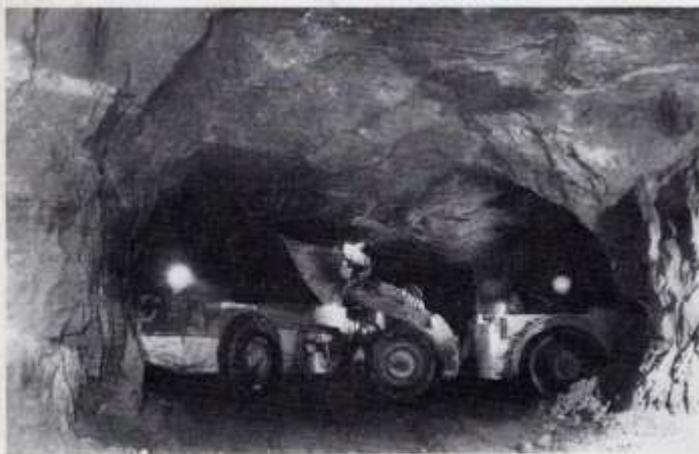
RAPPORT de STAGE  
aux  
MINES de LARGENTIERE.

Janvier - Février  
1967

BIBERT  
François-Xavier



Largentière :  
vues de l'atelier  
de préparation  
des minerais  
et des galeries  
d'extraction



## Bibliographie.

Les revues techniques suivantes ont été consultées pour la rédaction de ce présent rapport:

- Le Zinc et sa métallurgie.  
CHAMBRE SYNDICALE DU ZINC.
- Le Zinc.  
Jacques DUCHAUSSOY.
- Revue technique "Atlas".
- Guide du mineur.  
SOCIÉTÉ ANONYME D'EXPLOSIFS ET DE PRODUITS CHIMIQUES
- Annales des mines.  
BRUTE DE REMUR.
- L'utilisation des engins "trackless" à Larzentière.  
DUROCHER.
- Rapport de la commission des mines et des métaux non ferreux au cinquatrième plan.

## Société minière et métallurgique de PENARROYA.

La Société Minière et Métallurgique de Penarroya est une société anonyme au capital de 111.752.000 francs, dont le siège social se trouve:

12 Place Vendôme.

PARIS (1).

Vingtquatrième société française (Entreprise: Oct. 1966) la S.M.M.P. a pour Président Directeur Général, Monsieur le Baron Guy de Rothschild.

L'activité de la société est orientée presque uniquement vers le Plomb, le Zinc et le Cuivre. Pris dans son ensemble, le groupe est plus métallurgiste que mineur pour le plomb, tandis que le Zinc et le Cuivre lui confèrent une activité plus minière que métallurgique.

Cette situation globale se nuance suivant chaque région géographique: Penarroya est implanté pour le moment, soit directement, soit par filiales en France, en Espagne, en Italie, en Grèce, au Maroc, en Iran, au Brésil et au Chili.

D'autre part, afin d'accroître ses activités minières, la société effectue des campagnes de sondages en Autriche et en Irlande.

Les effectifs de ce groupe multinational sont d'environ 18.000 personnes, dont 7000 pour l'Espagne, 3500 pour l'Amérique du Sud et 3000 pour la France.

Le Bilan des diverses activités de la Société peut être résumé par des chiffres de production. Les chiffres que l'on pourra trouver page 5 sont relatifs à l'année 1964.

C'est donc au sein de cette importante société française que l'élève de seconde année à l'École Nationale des Mines de Douai, Bibert François-Xavier, a effectué du 2-1-1967 au 25-2-1967 un stage d'information et d'initiation au commandement. Ce stage a eu pour cadre la mine de Plomb argentifère et de Zinc de Largentière (Ardèche) qui, mise en service en 1964, est déjà la plus importante de France dans sa spécialité (400.000 tonnes de minerai.)

Ce présent rapport de stage se veut technique.

Après une présentation de la Mine de Largentière, il évoque deux problèmes qui ont été proposés au stagiaire:

- le bouchon de tir Corromant.
- la cage d'oiseau.

On trouvera en annexe une étude technique et économique sur le Zinc, motivée par le fait que le stage proposé par l'École des Mines se voulait à l'origine métallurgique.

Production du Groupe Penarroya (1964)

1) Principaux minerais concentrés (en tonnes)

	Plomb	Zinc.	Cuivre.
France	12.872.	21.437	
Espagne	20.967	6.933	
Italie	17.516	51.971	
Grèce.	5.065	7.726	
Maroc.	41.459	7.781	
Algérie	3.704	4.007	3.900
Iran.	2.034		
Brésil.	32.500		
Chili.			90.400 /

2) Principaux métaux bruts (en tonnes)

	Plomb	Zinc.	Cuivre.
France	100.313	45.378	
Espagne	37.080		
Italie.	21.278	24.788	
Grèce	4.128		
Maroc	16.840		
Tunisie	10.591		
Brésil	14.566		
Chili			14.407

Sont les productions globales suivantes:

Plomb: Minéral 135.217.  
Métal brut 207.596.

Zinc: Minéral 90.855.  
Métal brut 70.126.

Cuivre: Minéral 90.400. /  
Métal brut 14.407.

(Depuis 1964 les mines d'Algérie sont nationalisées.)

3) Autres productions. (argent en Kg., autres substances en tonnes.)

<u>Argent:</u>	France	104.259	
	Espagne	40.630	
	Italie	17.256	
	Grèce	4.788	
	Maroc	18.567	196.427 kg.
	Tunisie	393	
	Bésil	10.535	
<u>Cadmium:</u>	Italie	66	
<u>Acide sulfurique:</u>			
	France	62.102	
	Italie	35.388	97.490 tonnes.
<u>Magnétite et pyrites:</u>			
	France	6.045	
	Espagne	25.920	31.965 tonnes.
<u>Charbon:</u>	Espagne	699.800	
<u>Fluorine:</u>	Italie	7.960	
<u>Smaltine (grillage):</u>			
	France	10.145	
<u>Acide arsénieux:</u>			
	France	5.728	

---

## Les Mines de Largentière.

Le gisement de plomb argentifère et de zinc de Largentière (Ardèche) a été découvert en 1958 par la Société Minière et Métallurgique de Penarroya au cours de son étude systématique des Cévennes. Cette découverte semble être le fruit d'une double spéculation:

- recherches des prolongements d'un gîte connu. ( le nom de la ville de Largentière indique bien un pas:é minier.)

- recherches dans une zone favorable d'un gîte vierge enfoui.

### Historique.

Les mines de Largentière auraient en effet été déjà exploitées vers 750 par les sarrasins. Au XII, XIII et XIV les évêques de Viviers, de même que d'autres seigneurs battirent monnaie avec l'argent tiré de ces mines, mais toute exploitation cessa probablement bien avant la découverte de l'Amérique. 500000 tonnes de minerai à haute teneur auraient ainsi été exploitées dans divers filons.

Une tentative de reprise, de 1867 à 1880 se solda par un échec.

C'est après la guerre de 1945 que la région des Cévennes bénéficia en priorité de la part de la Penarroya d'un effort de recherche minière. Cet effort était en effet justifié par l'existence de plusieurs gisements exploités épisodiquement au cours des siècles.

En 1947 Penarroya reprenait les "Malines", après des recherches dirigées sur l'environnement minéralisé des gisements connus (voir carte page 8). Ultérieurement la société orienta sa prospection vers les gisements vierges dissimulés sous un recouvrement stérile. Il s'agit là d'une démarche indirecte, adaptant à la détection de ces gisements enfouis les méthodes utilisées par les géologues pétroliers: géochimie - géophysique - sondages profonds. Pour la plus grande part de risque qu'elle comporte cette prospection n'est entreprise qu'en dernier ressort. Cependant, le nombre limité des gisements connus et l'épuisement inéluctable de ces derniers font que ce type de prospection préfigure certainement la recherche minière de l'avenir.

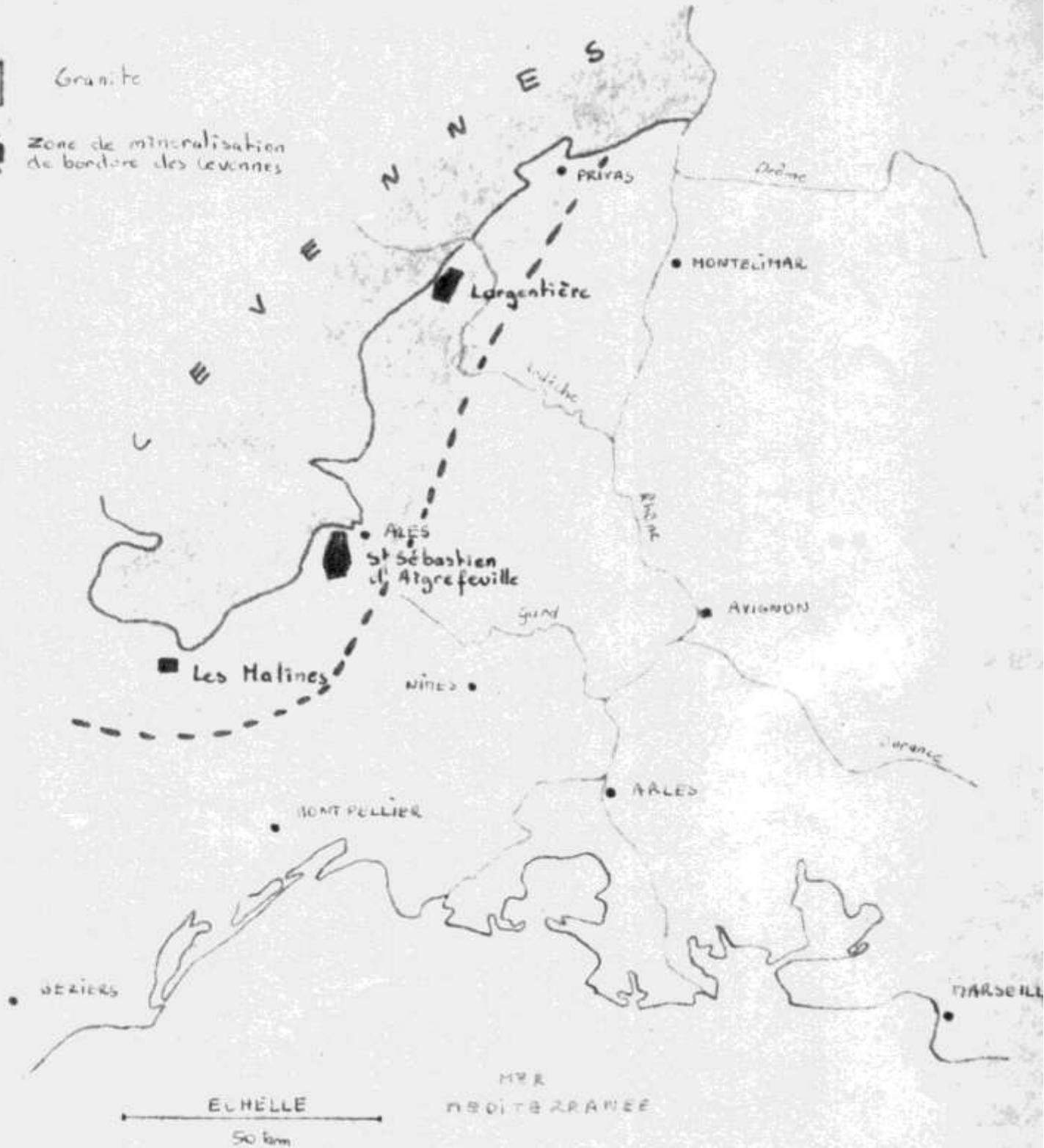
C'est donc à la suite de la campagne de sondages effectuée par la société de 1958 à 1960 qui démontra l'existence d'un gisement important (run de Chassiers), que fut décidé la création d'un siège moderne d'exploitation, dont les installations principales devaient être placées sur le site de Montredon.



Granite



Zone de minéralisation de bordure des Cevennes



CARTE DE LA BORDURE DES CEVENNES.

## Stratigraphie et Tectonique de la zone de Largentière.

### A. Stratigraphie.

L'extrême avancée du Massif-Central dans les provinces méridionales est jalonnée, sur sa bordure orientale, par un réseau de failles particulièrement visibles à proximité du substratum ancien, dans la couverture sédimentaire d'âge secondaire. (voir carte page 8 )

Cette entité structurale est classiquement dénommée: "Faille des Cévennes".

Élément le plus septentrional de cet ensemble, le district de Largentière est caractérisé par l'apparition, entre le substratum ancien et le Trias, d'une série rougeâtre argilo-gréseuse attribuée au Permien.

Le Trias recouvre en discordance soit le substratum ancien (granite - micachistes) soit le Permien (grés et argillites). Il montre la trilogie classique du faciès germanique.

( La coupe de la page 10 explicite ces résultats.)

-Trias inférieur: (Bundsandstein) d'une puissance de 45 mètres, il comprend de bas en haut trois séquences:

- séquence grésoconglomératique arkosique,
- séquence gréseuse fine.
- séquence grés-argileuse de couleur verdâtre.

Dans la partie supérieure de ce Trias, les bancs gréseux sont affectés de "ripple marks", de fentes de dessiccation et d'empreintes de pas (Cheiroterium.)

Le ciment des grés régionalement siliceux et argileux peut être localement carbonaté - sulfaté ou barytique.

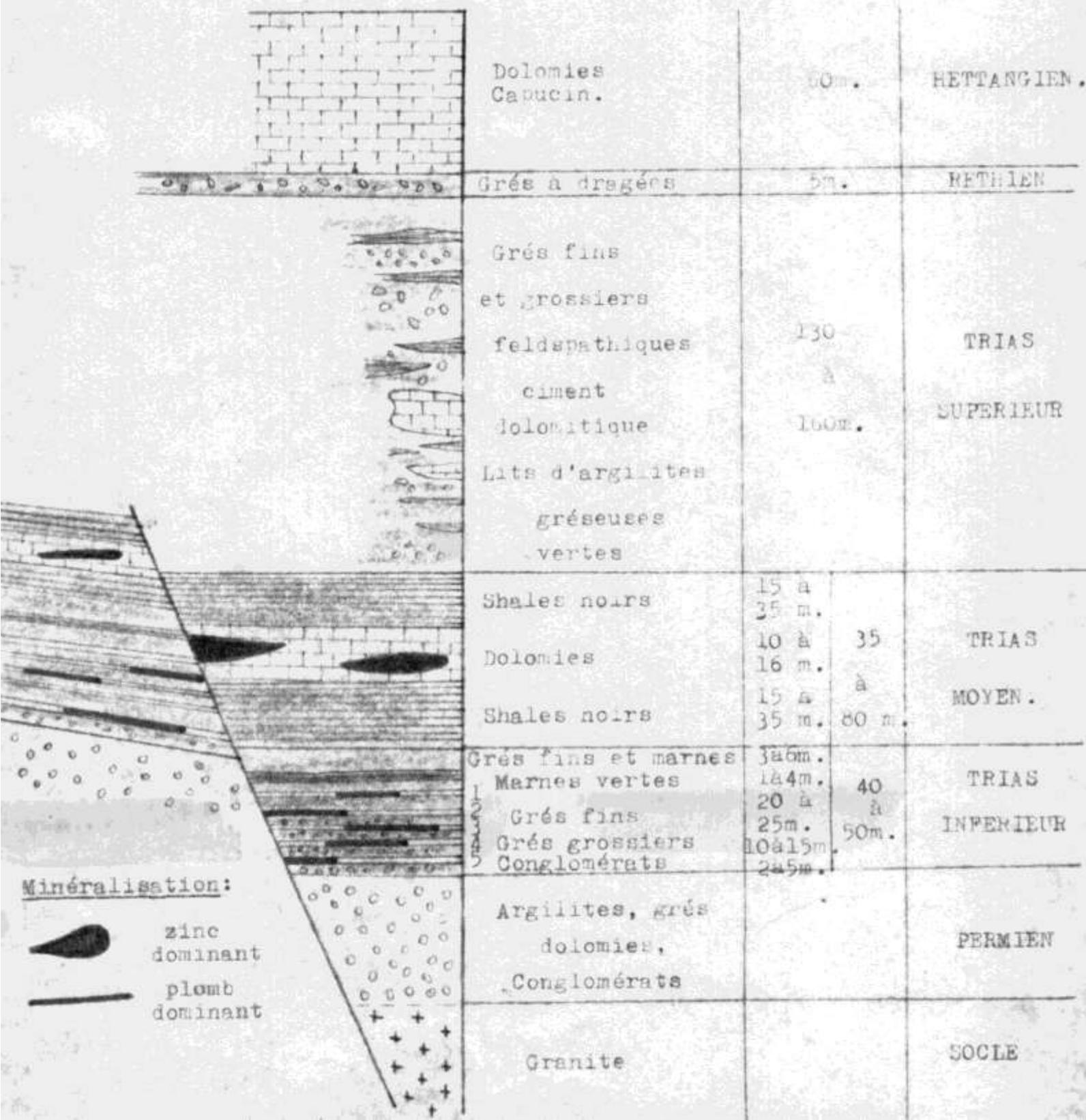
-Trias moyen: (Muschelkalk) d'une puissance variable suivant les endroits, il est constitué sur les hauts fonds par une barre calcaire d'environ 10 mètres intercalée dans la partie médiane d'une formation de marnes noires.

Latéralement, dans les bassins subsidents, les évaporites apparaissent de part et d'autre du banc calcaire, portant ainsi progressivement la puissance du Muschelkalk de 30 à 100 mètres.

-Trias supérieur: (Keuper) d'une puissance de 150 à 130 mètres il est essentiellement gréseux: grés grossiers, feldspathiques, grés fins, argillites gréseuses bariolées se succèdent dans un fond de sédimentation uniformément dolomitique. Le ciment prend plus ou moins d'importance suivant la vitesse d'apport des matériaux détritiques et forme, à certains stades, des bancs intercalés de dolomie massive.

Ces formations triassiques sont surmontées par des grés grossiers à galets de quartz arrondis attribués au Rhétien et par les dolomies brunes de l'Kettangien.

COUPE STRATIGRAPHIQUE  
de la région  
DE L'ARGENTIERE.



## B. Tectonique.

Cette couverture sédimentaire d'âge secondaire est affectée par un réseau de failles orientées suivant trois directions: ( voir carte page 14 et coupe page 12 )

### 1° Réseau des accidents cévenols (Nord 20° Est)

Ces failles sont normales et effondrent les bancs de leur levé orientale. Deux d'entre elles: faille de Largentière à l'ouest et failles de Nolet à l'est délimitent le compartiment le plus largement minéralisé.

### 2° Réseau des accidents transverses (Nord 30° Ouest)

Ces failles non visibles en surface provoquent au nord-est de Largentière un effondrement en un fond étroit à profil dissymétrique appelé "run".

Ce "run" vient buter au nord sur la faille de Chassier et au sud sur le petit horst de Montredon.

La majeure partie du gisement actuellement connu est associée à cette structure.

### 3° Réseau des accidents Nord-Sud.

Ces accidents, très nombreux dans le Trias inférieur, ont des rejets faibles ou nuls et ne poursuivent que rarement dans les marne-calcaires du Trias moyen.

Cette tectonique cessante, du moins en ce qui concerne les failles de direction Nord 20° Est et de Nord 30° Ouest est classiquement considérée comme étant d'âge alpin. Certaines variations brutales dans le Trias moyen (plusieurs dizaines de mètres) de part et d'autre de ces failles, révèlent cependant que ces dernières sont le jeu d'accidents antérieurs contemporains de la sédimentation triasique. Les structures positives limitées par les failles qui accidentent ainsi le fond de sédimentation triasique, sont une manifestation tectonique tardive de l'épirogénie hercynienne.

## Dépôts minéralisés.

### - Horizons stratigraphiques.

Deux horizons stratigraphiques président à la localisation des dépôts minéralisés.

#### A. Trias moyen.

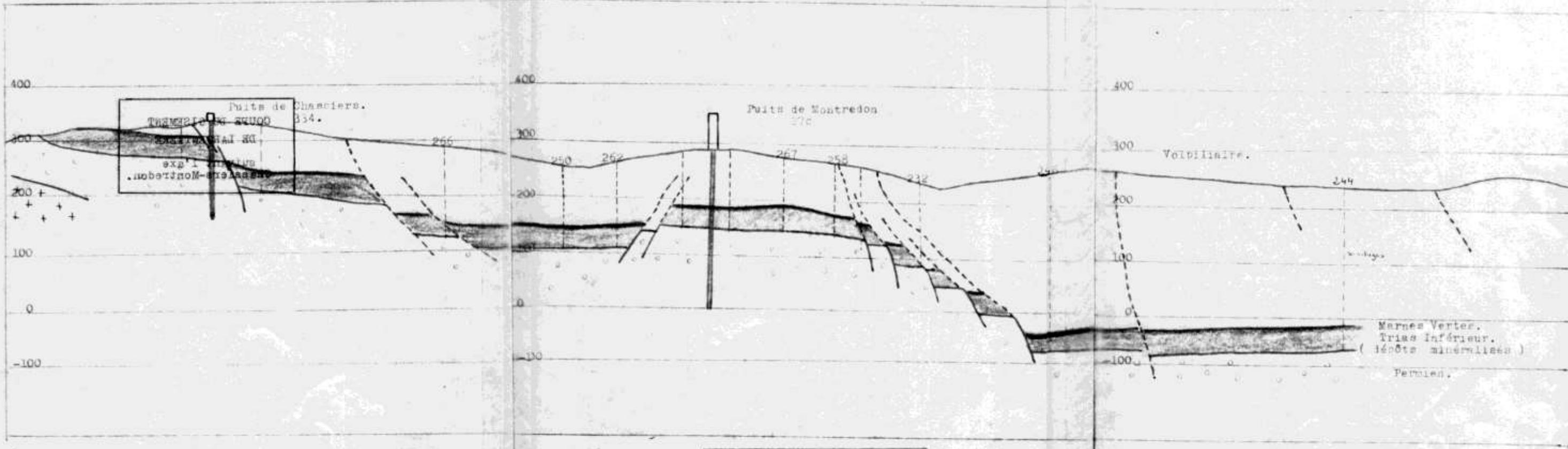
Il s'agit d'une substitution dans le banc d'omitique du Muschelkalk. Dans ces dépôts le Blende domine largement sur la galène. Si la teneur métal est élevée, la puissance est faible: 0,10 à 0,80m. Ces corps minéralisés ont une répartition très sporadique; ils n'ont été rencontrés qu'en quelques points.

#### B. Trias inférieur.

Les dépôts minéralisés présentent plusieurs aspects suivant où ils sont constitués, soit par une imprégnation diffuse du ciment des grès, soit par le remplissage des failles et des diaclases.

Coupe du gisement  
de Largentière.

suivant l'axe  
Chassiers-Montredon.



GISEMENT DE L'ARGENTIERE  
Coupe longitudinale du "run".

Echelle 1/5000.

- La répartition des minéralisations en imprégnation diffuse dans les grès est conditionnée par la présence de 5 "couches porteuses".

Dans ces niveaux évaseux particuliers, la puissance des corps minéralisés stratiformes varie de 0,50 à 3 mètres.

- Les dépôts sulfurés localisés dans les failles et les fractures recoupent les 5 niveaux et se poursuivent dans les grès stériles. Ces filons ne sont pourtant minéralisés qu'à l'aplomb du Trias inférieur. Dans cet ensemble, les failles orientées SO-N<sup>o</sup> et NO-SE paraissent sélectivement minéralisées aux points d'intersection avec les accidents N-S.

La galène forme l'essentiel de ces dépôts; elle n'est associée que localement à la blende et à la pyrite.

- dans le site d'imprégnation la galène et la blende sont argentifères (2000 g. d'argent par tonne de plomb et 600 g. d'argent par tonne de zinc).

- dans les filons la teneur en argent baisse sensiblement (900 g. d'argent par tonne de plomb).

Le gisement dans le Trias inférieur a une grande extension. En particulier, le phénomène d'imprégnation diffuse du ciment des grès est, avec des intensités diverses, un phénomène régional car actuellement 15 km<sup>2</sup> sont ainsi connus. La galène est associée aux ciments siliceux et plus rarement aux ciments barytiques ou sulfatés. La blende pour sa part apparaît dans les zones où les ciments siliceux font place aux ciments dolomitiques.

Dans cet ensemble la répartition des minéralisations n'est pas homogène. Son irrégularité est telle qu'il paraît difficile de pouvoir dégager une règle:

- d'une part il n'y a pas de continuité horizontale; les corps minéralisés se disposant comme des lentilles successives dont les extrémités se relaient ou se terminent dans un revêtement stérile.

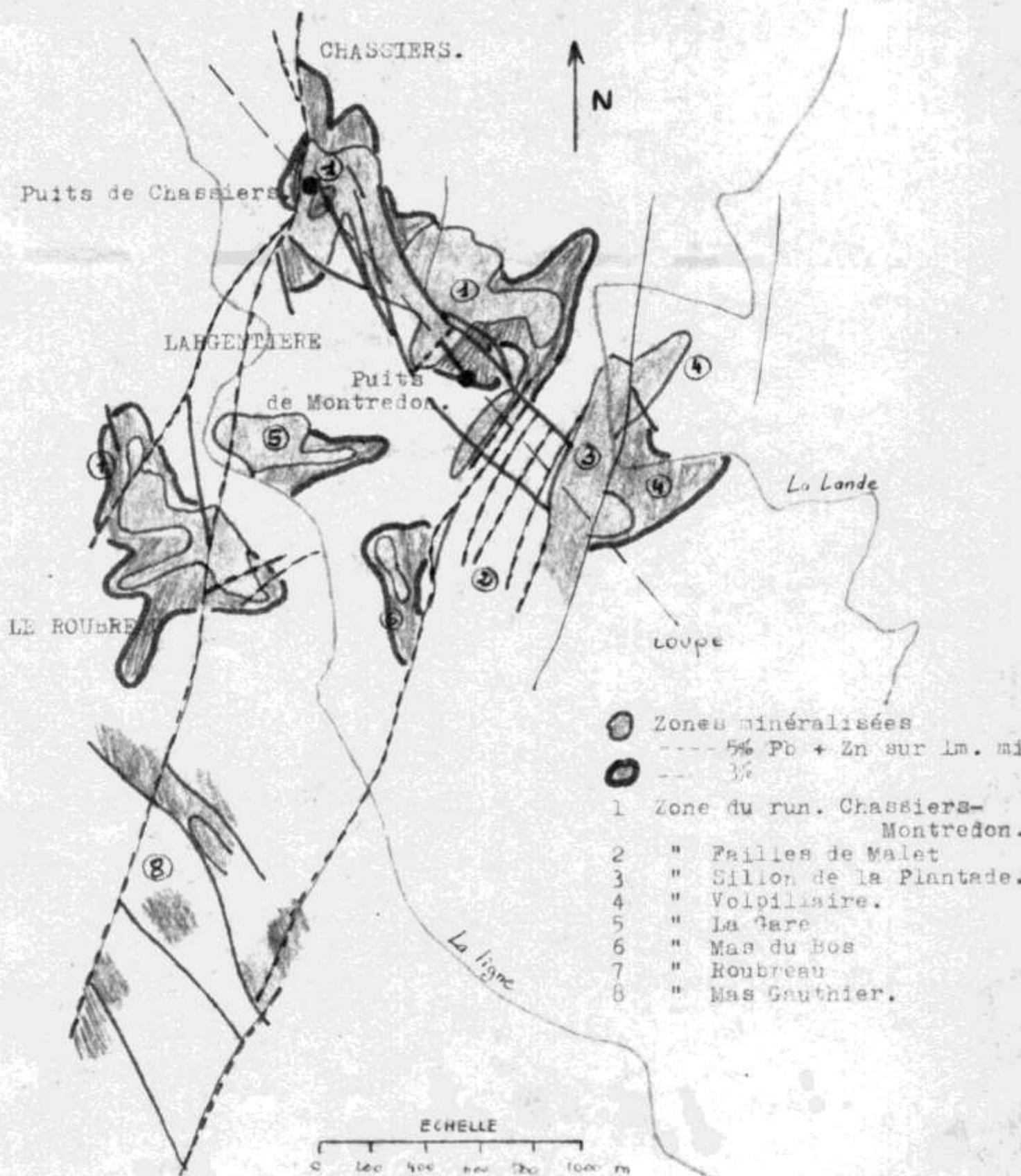
- d'autre part, il n'y a pas superposition des minéralisations: une ou plusieurs couches porteuses pouvant alternativement, être ou non minéralisée.

Ces variations sont telles, que pour l'exploitation, les interpolations ne sont valables que pour un rayon de 50 m. au maximum.

De part ces caractères, il semblerait que ces minéralisations stratiformes puissent être associées à la consolidation diagenétique des sables de nature fluviatile qui constituaient le Trias inférieur.

Dans ce type de formation, de multiples facteurs: apport terrigène, régime de sédimentation, structures, interviennent pour diversifier ou dans certains cas "miniaturiser" le phénomène minéralisateur. Les "runs" métallifères pourraient, dans ce schéma, correspondre à des chenaux ravinant des sables d'épandage continental. Ainsi s'expliquerait

GISEMENT DE LARGENTIÈRE  
MINÉRALISATION - TECTONIQUE



la nature diffuse des minéralisations et la distribution capricieuse des concentrations exploitables.

Les filons localisés sélectivement dans le Trias inférieur, seraient postérieurs à cette histoire géologique. Ils pourraient être considérés comme des accidents tectoniques "nourris" au sein des grès triasiques par un remaniement épigénétique à partir des concentrations métallifères contemporaines à la sédimentation.

#### Morphologie du gisement.

Le gisement de Largentière actuellement connu s'inscrit dans un triangle équilatéral de 2500 mètres de côté. La carte de ce gisement se trouve à la page 14. Les dépôts minéralisés connus se répartissent sur environ 200 hectares et correspondent à un tonnage métal possible d'environ 300.000 tonnes de plomb et de 50.000 tonnes de zinc.

Les caractéristiques du gisement qui ont été retenues pour définir la méthode d'exploitation sont les suivantes:

- ses grandes dimensions horizontales qui impliquent des transports bon marché.
- sa profondeur variant de 50 à 300 mètres.
- son irrégularité aussi bien dans le plan vertical que dans le plan horizontal. (voir coupe page 12)
- la puissance des nuages minéralisés variant de 1 à 3 mètres.
- la pente des grès minéralisés de l'ordre de 15% en moyenne avec quelques zones à 20 ou 25%.
- l'existence de nombreuses failles minéralisées qui fragmentent les panneaux en marche d'escalier de 10 à 30 mètres de hauteur (voir page 14)
- solidité de la roche magasin (grès à ciment siliceux).
- la nature des terrains de recouvrement: alternance de grès et de marnes avec un horizon dolomitiques à fortes circulations aquifères karstiques.

#### Mise en oeuvre de l'Exploitation.

##### 1. Cadence d'exploitation.

Le choix de la méthode d'exploitation est dicté par la morphologie du gisement et par la cadence de l'exploitation que l'on veut obtenir.

Cette cadence d'exploitation elle-même, découle mathématiquement de la connaissance des réserves de la mine et du taux d'intérêt de l'argent investi. Sans entrer dans des détails trop techniques, disons seulement que nous avons vu précédemment comment le gisement se trouvait tourmenté: il était donc impossible de connaître exactement les réserves sans multiplier les sondages au delà de la limite économique.

La cadence d'exploitation initiale fut donc fixée à 1200 tonnes-jour; cette production pouvant être absorbée par l'usine de concentration de Saint-Sebastien d'Aigre-feuille qui a été transportée à Largentière. Malgré tout l'extraction et le roulage au fond ont été calculés pour une cadence d'exploitation pouvant atteindre 3200 tonnes-jour, ce qui correspond à des installations surpuissantes pouvant faire face à toutes les éventualités. Il n'est pas inutile de savoir que ces décisions ont été prises en 1961 à l'amorce d'une période de cours élevés.

## 2. Choix de la méthode d'exploitation.

\* Les éléments dictant le choix de la méthode d'exploitation étant connus, deux méthodes seulement étaient à priori possibles:

- méthode des longues tailles avec foudroyage au toit (par analogie avec ce qui se fait dans les couches minces de charbon.)

- méthode des chambres et piliers.

La seconde méthode a été en première analyse adoptée, pour 4 raisons principales:

1) Il a été reconnu dans le Trias moyen, au toit des grès minéralisés, un banc dolomitique karstique, aquifère en plusieurs points.

En cas de foudroyage sur 2 à 3 mètres de vide, on risquerait de briser systématiquement l'écran imperméable des marnes qui protègent normalement l'exploitation contre les venues d'eau.

2) La résistance des grès à la compression est élevée 650 à 750 kg/cm<sup>2</sup>. Les terrains de recouvrement ont une faible hauteur (200m.) Les lentilles minéralisées sont réduites.

3) Les lentilles minéralisées ont des formes irrégulières et subissent de nombreuses variations de pentage.

4) Mécanisation plus facile et rendements plus élevés.

Par contre la méthode des chambres et piliers implique l'abandon d'un certain pourcentage de minerai: 16% pour Largentière, où une reprise des piliers s'est avérée trop délicate.

\* Le principe d'une méthode à chambres et piliers étant adopté, restait à en définir les modalités d'application au point de vue déplacement du minerai. (L'abatage se faisant toujours au marteau-perforateur.)

On avait le choix entre deux conceptions différentes:

- celle traditionnelle en mine métallique, d'une exploitation par râclage, avec treuil à air comprimé ou électrique.

- celle, plus moderne, d'une exploitation mécanisée avec engins diesel de chargement et de transport sur pneus.

A) L'exploitation par râclage a pour elle la sécurité que lui confèrent son emploi traditionnel et sa rusticité. Néanmoins ses inconvénients sont multiples:

1. faible productivité par mètre carré de surface en exploitation

2. Rigidité du scraper dont le racloir ne progresse qu'en ligne droite et ne peut éviter les flots stériles.
3. Lenteur de mise en oeuvre pour une exploitation de 1200 t/jour démarrant sans travaux préparatoires.
4. Pollution du minerai par rabotage progressif du mur de la couche.
5. Infrastructure destinée à drainer le minerai compliquée.

B) Les engins sur pneus, dans le cadre de Largentière, présentent eux aussi certains inconvénients:

1. Faible puissance des couches minéralisées. (2m)
2. Pendage irrégulier des couches (+ 10%)
3. Abrasivité des grès.
4. Gaz d'échappement.

Malgré tout les avantages multiples de cette mécanisation ont conduit à adopter cette solution hardie, et à l'essayer dès le début de l'exploitation.

Ces avantages sont en effet les suivants:

- Exceptionnelle rapidité de mise en oeuvre qui a été utile au moment du démarrage de l'exploitation
- Grande souplesse d'exécution: les engins sur pneus s'adaptent facilement aux changements de pente et de direction.

et possibilité de sélection à l'abattage, soit en tournant autour de certains flots stériles, soit en pratiquant l'abattage et le déblaiement en deux temps.

- productivité de la main-d'oeuvre plus élevée

Les engins utilisés à Largentière sont des machines souples conçues à l'origine pour l'exploitation des couches uranifères dans le New-Mexico et dont l'emploi s'est étendu à la mine de cuivre de White Pine et aux mines de fer de l'Est de la France.

- Les pelles sont des engins sur pneus à quatre roues motrices, s'adaptant aux plus mauvais terrains, grâce à une articulation centrale à cardan. Ces pelles, dénommées "Mining Scoops" peuvent évoluer dans des couches de 2,10m de puissance en chargeant 1100 ou 1900 litres de roches fonnées (scoop "Wagner" ou "Mobile")

- Les camions utilisés sont des engins surbaissés qui ont une capacité de 9 tonnes de charge utile. Ils possèdent également une articulation centrale à cardan, mais n'ont que deux roues motrices. Ils sont chargés par les Mining Scoops.

- Pour le creusement des montages, avec une pente montante de 15%, l'emploi de pelles sur pneus est à rejeter car l'adhérence au moment du chargement n'est pas suffisante. Dans ce cas seulement on utilise de petites pelles sur chenilles type Trexcavator.

### 3. Infrastructure de la mine.

L'infrastructure générale de la mine de Largentière est la suivante:

- puits de Montredon.
- puits de Chassiers.
- descenderie.
- Laverie ( voir page 28 )
- Installations diverses.

### ①. Puits de Montredon.

En février 1961 les travaux de fonçage du puits principal de Montredon commencèrent. Ils ne se terminèrent qu'en septembre 1963, et vingt-huit mille tonnes de ciment durent être injectées pour traverser le Trias moyen.

Il a été foncé au centre du gisement sur un site particulièrement favorable: légèrement en altitude, il permet d'utiliser au maximum la gravité.

Ses caractéristiques sont les suivantes:

- Profondeur actuelle du puits de Montredon: 275m.
- section: 2,60m x 3,90m.
- tour d'extraction de 47,30m de hauteur en béton armé supportant la machine d'extraction et les trémies à stérile.
- machine d'extraction à boulie Koepe quadrécable de 560 ch. tirant un skip (avec contre poids) de 10 tonnes utiles à la vitesse de 5,56 m/s.
- Chargement du skip assuré au moyen d'une trémie doseuse sur piézomètres.
- Chargement du skip et fonctionnement de la machine d'extraction peuvent être rendus entièrement automatiques.

Un accrochage pour matériel et personnel a été réalisé au niveau 90, niveau de roulage principal, puisqu'il collectera 80% du minerai au cours des 10 prochaines années.

### ②. Puits de Chassiers.

Un puits de service de 170m de profondeur, équipé d'une machine d'extraction à tambour de 150 ch, a été foncé à l'extrémité nord-ouest du gisement sur la colline de chassiers.

Ce puits, dont la fonction est d'assurer le retour d'air de toute la zone centrale et Nord-ouest, a permis dès le mois de mai 1964, de démarrer l'exploitation alors que le puits de Montredon, dont le creusement avait été retardé par la traversée de la zone fortement aquifère déjà mentionnée, n'était pas encore en service.

### ③. Descenderie.

Une descenderie de 12m<sup>2</sup> de section, à 15% de pente, permet aux engins sur pneus et même à des camions classiques d'accéder aux chantiers directement depuis la surface. En outre elle a pour but:

- de faciliter au maximum les opérations d'approvisionnement et de transport au fond (explosifs en particulier).
- de permettre aux engins de passer rapidement d'un chantier à l'autre et de gagner l'atelier principal au jour en cas de grosse réparation.

#### ④. Installations diverses.

##### Transport au fond:

Le transport sur rail a été retenu, parce que plus économique que le transport par camions sur des distances kilométriques. Les convois, composés de 14 wagons à déchargement latéral de 10 tonnes utiles (6000 l.) sont tirés à la vitesse de 15 km/h. par des locomotives à trolley de 120ch roulant sur voie métrique.

##### Exhaure:

La section de pompage comprend:

- 2 pompes de 220 m<sup>3</sup>/h.
- 3 pompes de 150 m<sup>3</sup>/h.

Alimentée par un albraque de 2000 m<sup>3</sup>, la saignée des pompes est munie d'une porte étanche et l'eau peut monter à 14 m. au dessus du niveau 90 sans noyer l'installation. D'autre part un barrage peut être rapidement placé dans les Travers bancs.

##### Ventilation:

L'utilisation au fond d'engins diesel rend nécessaire une ventilation forcée des chantiers. Un ventilateur électrique assure un débit d'air frais de 80m<sup>3</sup>/s. entre Montredon et Chassiers.

##### Installations annexes:

- sous-station de 6300 kVA à Montredon.
- sous-station de 520 kVA à Chassiers.
- atelier central de 915m<sup>2</sup>.
- atelier engins et locomotives au fond.
- magasin central de 570m<sup>2</sup>.
- compresseurs de 1000ch.

#### ⑤. Personnel.

L'effectif de la société Penarroya à Largentière, pour le rythme de 1500 t/jour, est de 260 unités, surveillants compris, pour la mine et la laverie.

Il s'y ajoute 13 ingénieurs, 23 agents de maîtrise et administratifs... et de temps en temps, un stagiaire.

Pour loger le personnel ouvrier, Penarroya possède 100 appartements et 64 logements de célibataires. De son côté, la ville de Largentière a construit 51 appartements H.L.M. avec la participation de la société.

## Travaux souterrains.

Comme pour toute exploitation minière, nous retrouvons pour les mines de Plomb argentifère et de Zinc de Largentière, trois types de travaux souterrains:

- Les travaux d'exploitation.
- Les travaux d'entretien.
- Les travaux préparatoires.

Nous allons donc voir successivement ce que sont ces différents travaux, dans le cadre des mines de Largentière.

### Travaux d'exploitation.

Nous allons rappeler rapidement ce qu'est la méthode d'exploitation par chambres et piliers, et nous nous attacherons à déterminer la somme des travaux qu'elle nécessite. Il ne faut pas oublier que la méthode résulte d'un choix définitif donc irrévocable, qui a conditionné toute l'infrastructure de la mine.

#### 1. Méthode des chambres et piliers.

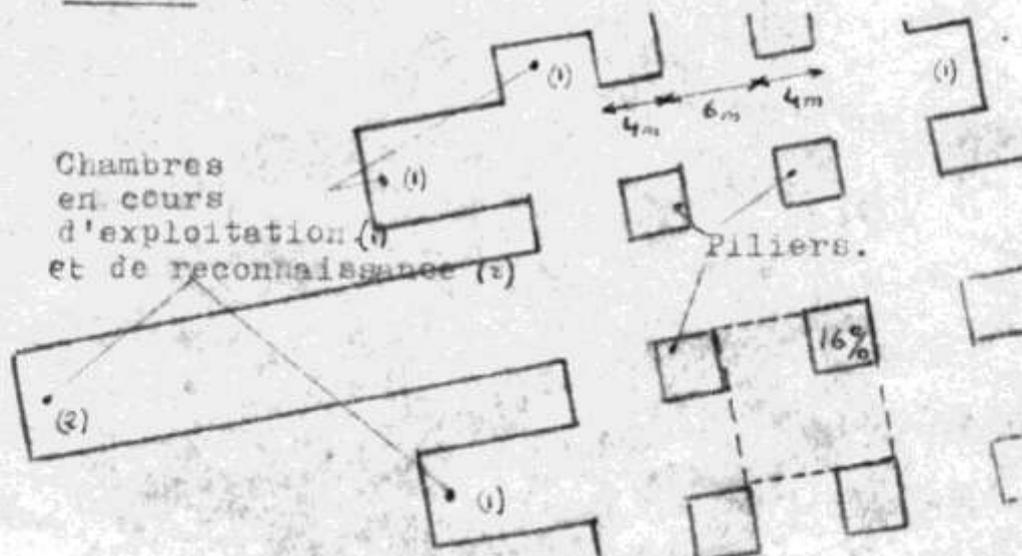
Cette méthode consiste à tracer dans le panneau à exploiter un quadrillage constitué par deux réseaux orthogonaux de galeries parallèles et équidistantes (chambres), en laissant sur place les "piliers" qui servent alors de soutènement.

Dans certaines exploitations, les piliers peuvent être récupérés après remblayage des chambres, mais les conditions de terrain et d'exploitation de Largentière ont pratiquement réduit à néant cet espoir.

Vu que les chambres sont tracées à 6 mètres de largeur et sont distantes de 4 mètres les unes des autres, le pourcentage de minerai abandonné est donc de 16%.

La figure ci-dessous explique ces définitions.

Echelle 1/2000



Les principaux travaux à effectuer pour utiliser cette méthode d'exploitation sont alors les suivants:

- abattage du minerai.
- déblaiement du minerai et évacuation de celui-ci jusqu'au jour.

## 2. Abattage du minerai.

Rien de particulier n'est à signaler: le minerai est abattu à l'explosif après une foration au moyen de marteaux pneumatiques à poussoir hydraulique, de 25 kg., équipés de fleurets monoblocs. Deux Jumbos diesel sur chenilles, équipés de marteaux de 35 kg. sont en cours d'essai, mais il ne faut pas s'attendre à une généralisation radicale de ce matériel dans un proche avenir.

Par chantier (ou chambre), la foration est effectuée par une équipe de deux ouvriers. Le tir est généralement obtenu par un classique bouchon en V foré à 1,60 m. Pour une puissance de couche de 2,50 m. on obtient ainsi environ 25 m<sup>3</sup> de minerai.

Dans quelques cas particuliers, on peut obtenir des volées de 2,40 m. au moyen du bouchon canadien ou du Coromant-cut (voir page 35)

Les explosifs utilisés sont la Sofranex et la dynalite ( voir page 51 )

## 3. Déblaiement et transport.

Pour expliciter ces travaux, nous allons suivre le minerai de l'endroit où il a été abattu, jusqu'à sa remontée au jour.

On se reportera au schéma de la page 22.

Déblaiement: Deux cas peuvent se présenter.

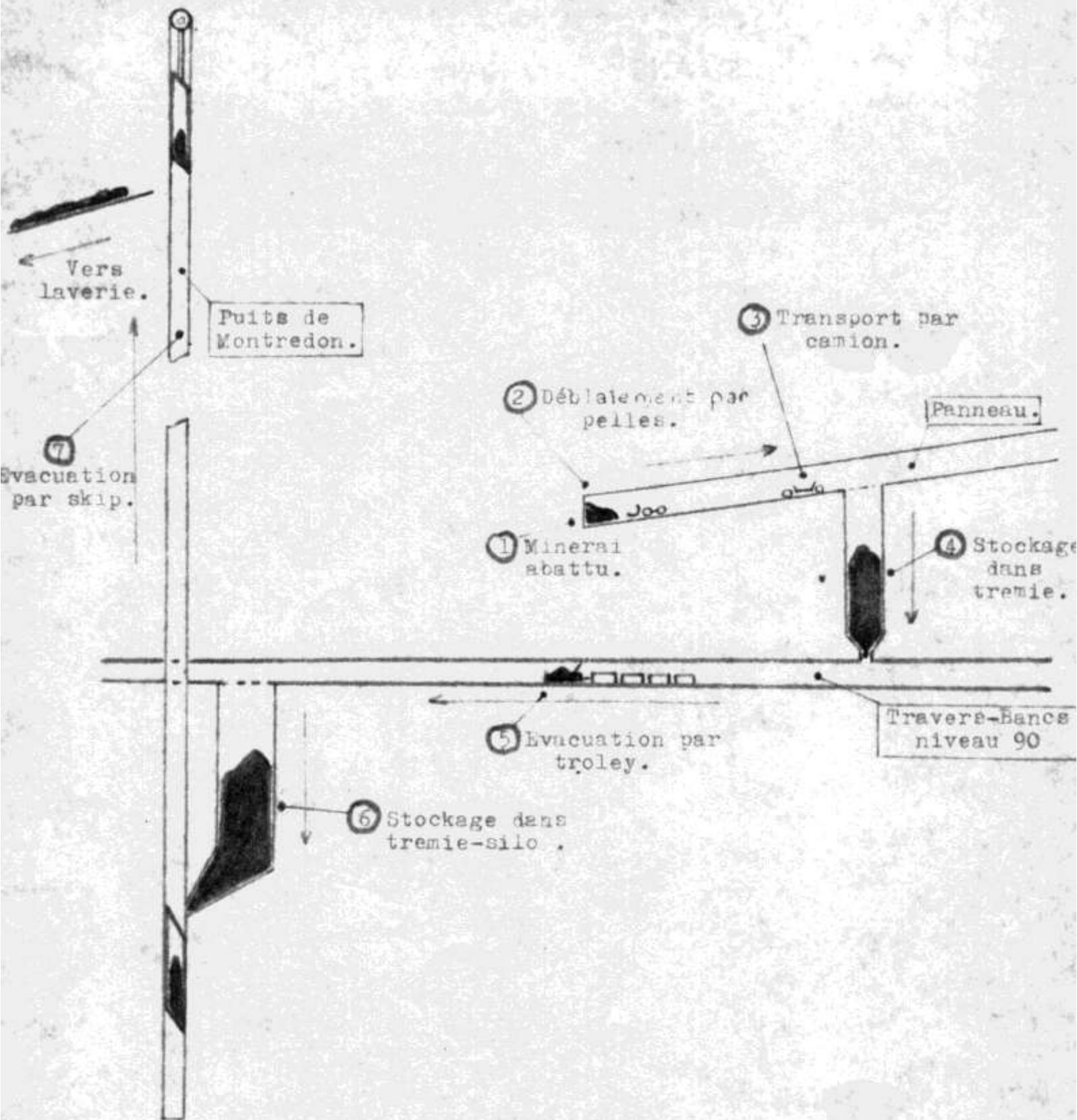
- il existe une trémie très proche (- 150m.) de la chambre à déblayer (1). Alors l'évacuation du minerai se fait directement par la pelle chargeuse sur pneus, qui déverse elle même le contenu de son godet dans la trémie.

- Sinon l'évacuation se fait indirectement à l'aide d'un camion (3) chargé par la pelle (2).

Les manoeuvres de ces engins sont extrêmement faciles dans les chantiers en exploitation, vu le nombre des chambres latérales qui existent. Par contre, pour déblayer les chambres de reconnaissance de grande longueur, on prévoit des niches latérales tous les 150 m. par exemple, pour permettre les manoeuvres de chargement.

On trouvera page 27 les caractéristiques des engins sur pneus utilisés à l'argentière, ainsi que les conclusions que l'on a pu tirer de leur utilisation après deux ans de marche. ( Rapport de M. DEROCHER )

Evacuation: Le minerai entreposé dans la trémie (4) est soutiré au niveau 90 (niveau principal de roulage) par un système classique de trappes hydrauliques, et se trouve chargé



TRANSPORT DU MINERAL.

dans des wagons de 5000 litres à déchargement latéral.

La contenance de la trémie varie évidemment avec la distance du panneau exploité au niveau de roulage. Si cette distance est trop faible on est amené à prévoir plusieurs trémies pour obtenir une contenance globale de 400 à 500 tonnes.

Les convois de 14 wagons, tirés par une locomotive électrique "Alsthom" alimentée en 600 volts continus, charrient alors 140 tonnes de minerai à chaque navette. ⑤

Ces 140 tonnes sont déversées dans la grande trémie-silo ⑥ située contre le puits de Montredon entre les niveaux 90 et 30.

La remontée au jour s'effectue au moyen du skip ⑦ de 10 tonnes qui est chargé automatiquement.

Notons que lors de ce chargement, une certaine quantité de minerai se trouve précipitée au fond du puits. Il existe donc un petit skip, dit "skip de reprise des pertes", qui permet de récupérer ce minerai (0,03 à 0,5 %) en le remontant au niveau de chargement.

Toutes ces installations ont été calculées très largement, pour une exploitation de 3200 tonnes/jour en cas de besoin;

#### Travaux d'entretien.

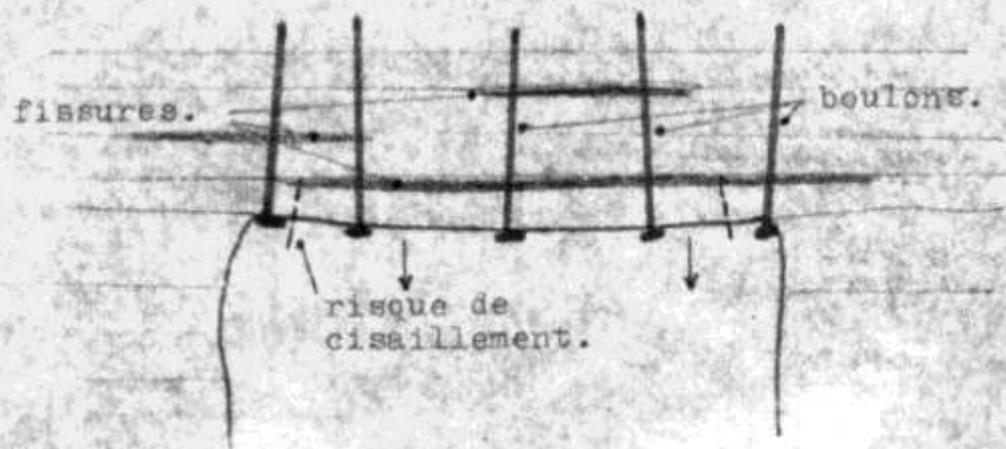
##### 1. Soutènement.

Nous avons vu que le principal avantage de la méthode d'exploitation par chambres et piliers était de créer un soutènement naturel par piliers de minerai abandonnés.

Comparé par exemple, à l'industrie charbonnière le problème de soutènement est négligeable: malgré tout il existe dans une certaine mesure.

- La majorité des chambres est exploitée sans aucun problème. Les couches de grès se tiennent suffisamment pour ne pas s'abattre entre les piliers. Frappé avec une pièce métallique le toit rendra alors un son clair.

Par contre, dans certains cas et, en particulier, pour les marnes vertes, les couches se fissurent longitudinalement, se décollent et peuvent finalement s'abattre par cisaillement transversal au voisinage des piliers: voir figure ci-dessous. (coupe transversale d'une chambre.)



Ces "faux-toits" sont réparables aux sons cavernaux qu'ils rendent.

On peut alors les miner, s'il est possible de les faire ainsi tomber sans contrarier la tenue des autres couches.

Mais plus généralement on procède à un boulonnage à la résine. Les boulons sont des tiges métalliques de 1,80 m. prises en bloc dans un trou de mine vertical par de la résine: le trou de mine est réalisé au moyen d'un "stoper" Montabert, la résine est solidifiée par polymérisation. Cette opération permet de maintenir les plaques dangereuses en les assemblant artificiellement. (voir croquis page 23 )

- Le boulonnage est également effectué à titre de prévention dans les chambres qu'il faut conserver intactes pour la circulation des engins, quand on assiste à un phénomène de dégradation des piliers par suite de la compression des terrains. Si cette dégradation est trop importante on placera aussi des piles de bois traditionnelles.

- On peut être amené à poser un grillage, fixé au toit par les boulons, lorsqu'une faille le traverse. Ce grillage permet de retenir les petites pierres qui tombent des fissures.

Lorsque l'ensemble du toit ne se présente pas sous forme de plaques, mais de gros blocs juxtaposés, il est aussi prudent de grillager.

## 2. Purge.

Après un tir il est très rare d'obtenir un toit, un front et des parements parfaitement sains. Il faut donc abattre la majorité des blocs dangereux. Ceci se fait au moyen d'une "pince": sorte de levier en duralumin, muni d'une tête métallique, qui permet de décoller les blocs.

Des ouvriers "purgeurs" sont spécialement affectés à ce travail.

## 3 Approvisionnement des chantiers.

\* Un petit camion tous-terrains "Unimog" apporte tous les jours par la descenderie, les explosifs et les détonateurs nécessaires, jusqu'à l'albraque du puits de Montredon.

Ceux-ci sont alors transportés jusqu'aux coffres à poudre des divers chantiers, dans le godet d'un scoop.

Seuls les explosifs représentent un tonnage important de matériaux véhiculés au fond.

\* Les scoops ou les camions peuvent être utilisés pour les autres manutentions épisodiques. Peuvent être ainsi transportés:

- tuyaux et flexibles d'air et d'eau.
- ventilateurs, tuyaux d'aérage, ventubes.

- marteaux-perforateurs, stoper, fleurets...
- boulons et résine. Grillages.
- pompes de chantier électriques ou à air.

Il n'y a pas d'équipe d'ouvriers occupée à ces différents transports.

\* Les manutentions de fleurets sont considérablement réduites par le fait que la cabine de meulage se trouve au fond, et que chaque ouvrier possède ses propres fleurets numérotés.

#### 4. Équipement des chantiers.

Une équipe de manoeuvres a pour but d'équiper les chantiers en vue de leur exploitation.

Ces travaux sont les suivants:

- pose des ventilateurs et des tubes d'aérage.
- installation du réseau d'air comprimé et de distribution d'eau.
- creusement des rigoles d'évacuation d'eau et installation des pompes de chantier.
- ...

#### Travaux préparatoires.

Les travaux préparatoires, dans le cadre d'une exploitation par chambres et piliers, sont relativement restreints. Ce sont beaucoup plus des travaux d'infrastructure que des travaux particuliers à un chantier.

Il s'agit des:

- percements de Travers-bancs.
- percements de cheminées et installation des trémies.
- sondages souterrains.

##### 1. Travers-Bancs.

Un travers-bancs est plus connu dans les charbonnages du nord sous le nom de bowette.

Ceci étant dit le tracage d'un travers-bancs à Lergentière n'a rien de particulier: voir Rapport de Stage n°2 (Juillet 1966-H.S.N.P.C.)

Ici, comme dans un certain nombre de mines, l'avancement est réalisé par:

- perforation (Montabert 25kg.)
- tir (Sofranex et dyalite)
- déblayage (Pelle BIMCO 24 sur petit convoyeur EIMCO à bandes, dans wagons de 6000 litres. SNAV)
- évacuation (Locomotive électrique à accus. МННВВ)

La section des T-B est de 12 m<sup>2</sup>. Ils sont équipés d'un roulage en fer de 26 kg/m. montés sur traverses en bois.

Généralement sans soutènement complet, les Travers-Bancs voient leurs mauvais passages être cadrés: cadres TH P-360 à profil unique.

Il y a trois Travers-Bancs à Largentière dont deux sont actuellement poursuivis. (Montredon.)

## 2. Cheminée.

Les cheminées destinées à constituer les trémies de chargement sont percées suivant la méthode de la "cage-oiseau". Ce problème fait l'objet d'une étude page 52 .

## 3. Sondages souterrains.

Etant des travaux de recherches, les sondages souterrains peuvent être considérés comme des préparatoires.

En effet de très nombreux sondages verticaux et ascendants sont effectués à partir des chambres d'exploitation pour mesurer l'épaisseur de la couche de minerai supérieure et la distance qui la sépare des marnes vertes.

Ces sondages sont contrôlés par un Ingénieur et poursuivis par une équipe restreinte de "sondeurs".

Le matériel utilisé est:

- soit un simple "stoper" Montsbert et un train de tiges de lm.
- soit une véritable sondeuse sur pneus d'un maniement extrêmement commode.

Après avoir crevé les marnes vertes, on peut assister à des venues d'eau assez conséquentes, par le trou de sonde. On placera alors un bouchon: sorte de boulon à expansion.

Ce sont les boues éjectées du trou de sonde qui sont examinées pour déterminer la nature des terrains.

Notons que ces sondages souterrains n'ont rien à voir avec la technique des sondages descendant à grande profondeur, qui relèvent d'une méthode et d'un matériel plus compliqués. (l'analyse se faisant dans ce cas au moyen de "carottes".)

---

Caractéristiques des Engins "TRACKLESS" à Largentière.

Marque et type.	Mining- Scoop Wagner MS 1 1/2	Scoopmobile LDM 1	Camion Wagner; MT 10
Poids à vide (kg)	7200	11300	9000
Charge utile (kg)	1300	2200	5500
Longueur (m)	6,19	6,64	6,24
Largeur (m)	2,04	2,23	2,47
Hauteur (m)	1,55	1,90	1,61
Rayon de giration interne (m)	2,05	4,25	3,40
Rayon de giration externe (m)	3,81	6,25	6,22
Garde au sol (m)	0,30	0,29	0,30
Roues motrices.	4	4	2
Moteur.	Deutz. F6L 712.	Deutz. F6L 514	Deutz. F6L 812
Pneus.	1200 x 24	1500 x 25	1400 x 24
Freinage	Hydraulique	Pneumatique	Pneumatique
Prix franco.	160 000 F	200 000 F	178 000
Rendement. (tonnes/heures)	11,6	23,1	18,9
Dépenses. (francs/heures)	42,03	57,11	38,03

Répartitions des dépenses. (%)

MO Entretien	29,99	32,28	41,08
Pneus.	32,87	25,33	15,27
Hydraulique.	11,82	12,66	5,32
Moteur.	6,54	5,04	8,57
Lubrifiants.	5,37	5,78	9,02
Transmission.	-	3,30	-
Electricité.	2,67	-	-
Freins et roues.	-	2,96	2,79
Pièces d'usure	4,03	4,95	10,40
Divers	3,81	8,73	3,86

## Concentration du minerai.

Le minerai extrait de la mine de Largentière contient 5% de plomb et beaucoup moins de zinc.

La gangue est une arkose, dont la gamme des feldspaths s'étend de l'orthose à l'oligoclase; ces feldspaths sont en proportion très variable et parfois même disparaissent. Les grains juxtaposés de quartz forment alors un quartzite et la teneur en silice peut atteindre 80%.

Comme minéraux accessoires on rencontre des micas, des chlorites, du gypse, de la marcassite et de la pyrite, plus rarement du zircon, de la tourmaline et du rutile.

La galène et la blende apparaissent entre les grains de quartz en cristaux de dimensions comprises entre quelques dizaines de microns et environ un millimètre.

Le but de la laverie est de séparer les substances métalliques sulfurées de la gangue qui les enrobe, afin de réduire les frais de transport et de métallurgie.

### Principe du traitement.

#### - Flottation.

Le principe du traitement est la flottation. Ce procédé est basé sur la faculté qu'ont certains minéraux de devenir hydrophobes en présence de certains produits organiques.

Cette hydrophobie est en fait un phénomène de tension superficielle, qui permet aux particules de galène et de blende d'adhérer à des mini-bulles d'air, au sein d'une solution organique appropriée. (voir cours de mécanique des fluides.)

Ces particules se concentrent ainsi à la surface, en formant une écume qui est récupérée, tandis que la gangue reste en suspension. Pour ce faire il faut trouver une solution organique rendant la gangue hydrophile et les sulfures hydrophobes (solutions d'ethylxanthate.)

La flottation s'effectue dans une série de "cellules de flottation".

Une cellule est un bac muni en son centre d'un axe portant une turbine qui permet de maintenir le minerai broyé (pulpe) en suspension. De plus elle permet, par un dispositif adéquat, de dispenser au sein de cette suspension des petites bulles d'air qui iront cueillir les particules sulfurées.

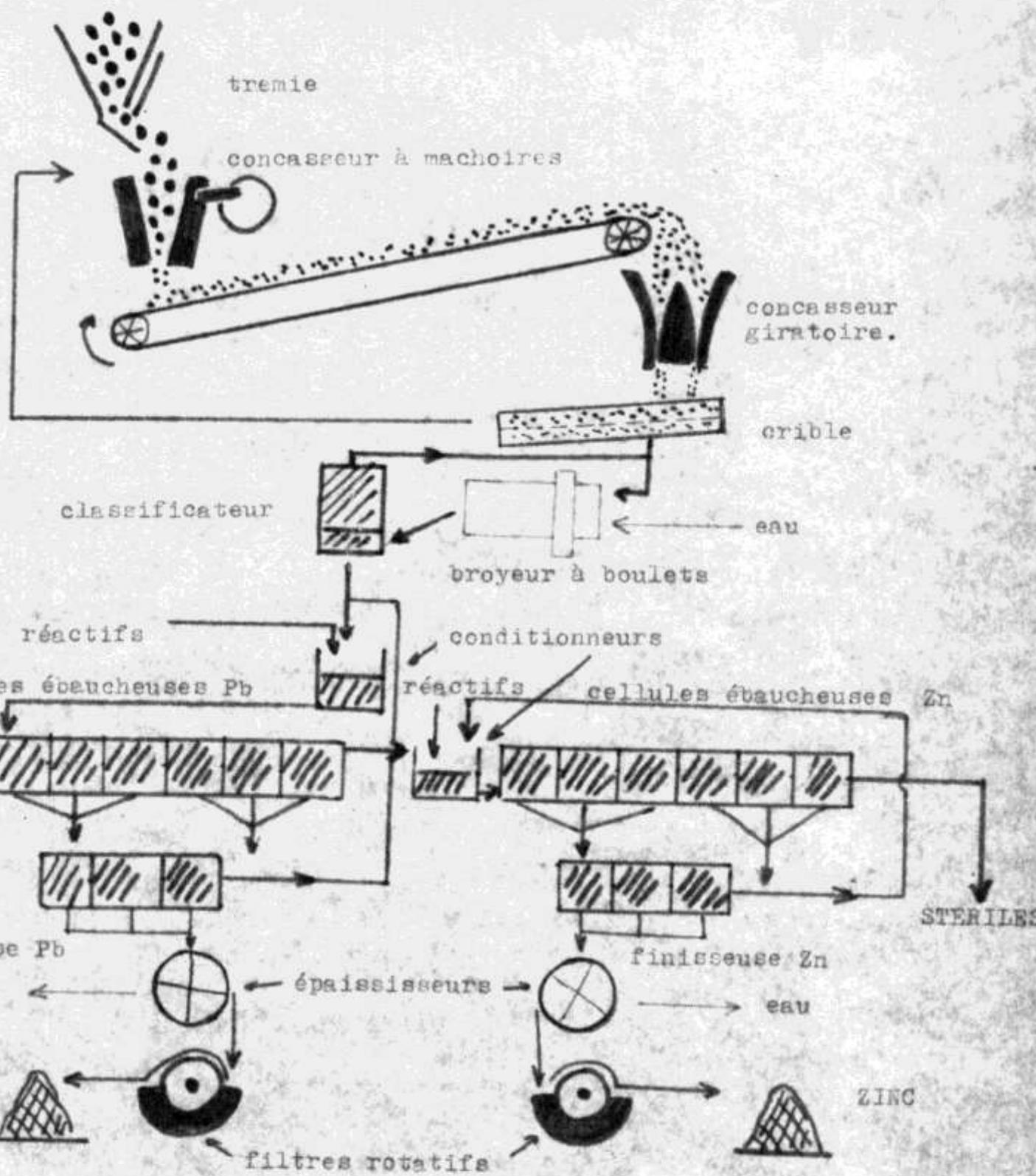
Pour séparer ensuite la blende et la galène, on effectue une nouvelle flottation: (flottation différentielle)

#### - Circuit théorique.

Le circuit théorique du minerai dans la laverie est explicité par le schéma de la page 29. qui est suffisamment complet pour se passer de commentaires.

Notons que nous n'avons pas tenu compte de la difficulté

MINÉRAI



TRAITEMENT D'UN MINÉRAI DE  $Pb+Zn$  PAR FLOTTATION.

qu'il y a, à faire flotter la cérusite. On procède donc au préalable à une sulfuration de la cérusite qui consiste à transformer superficiellement le grain de cérusite en galène.

Ce résultat est obtenu en ajoutant une quantité soigneusement contrôlée de sulfure de soude.

#### L'usine de Largentière.

La laverie de Largentière a été étudiée pour pouvoir traiter au début 1200 tonnes de tout-venant par jour, avec la possibilité de passer rapidement à 1500 t/j. et permettre ensuite le doublement de cette capacité. Le matériel de la laverie de Saint-Sébastien d'Aiguèfeuille a été réutilisé en totalité.

- Un concasseur primaire à mâchoires de 800 x 1060 mm. ALLIS-CHALMERS réduit le tout-venant à 100 mm.

- Le concassage secondaire est effectué par un Hydrocône 10-51 travaillant en circuit fermé avec un crible ayant 20 mm d'ouverture de mailles.

- Le minerai concassé à 20 mm. alimente directement un broyeur à boulets Allis-Chalmers constitué par un cylindre de 2,09 m de diamètre et 3,05 m de longueur. Il contient 35 tonnes de boulets d'acier forgé, et tourne autour de son axe en entraînant vers le haut les boulets qui retombent ensuite en chute libre et pulvérisent ainsi le minerai qui traverse le broyeur. Il est entraîné par un moteur de 450 ch. La consommation de boulets est de 1440 g/t.

- A la sortie un "classificateur" classe les grains par dimensions et renvoie à l'entrée du broyeur les grains de dimensions supérieures à la limite fixée.

- L'atelier de flottation est constitué de deux lignes parallèles équipées de cellules MINEMET H 1000 à turbines à barreaux croisés. Chaque ligne comporte des circuits pour la flottation de la galène et de la blende. Les relavages des concentrés s'effectuent dans des cellules M. 800. Le schéma est conçu pour une adaptation facile au divers cas possibles: présence ou absence de cérusite.

- Les concentrés galène-cérusite sont épaissis dans un "épaississeur" DORR de 10 m. de diamètre et filtrés sur un "filtre" à tambour DORR-OLIVER de 32 m<sup>2</sup>. L'humidité du concentré filtré varie entre 6 et 9% en fonction de sa teneur en plomb oxydé.

- Pour la blende on a prévu un épaississeur de 8 m. de diamètre et un filtre à 4 disques de 1,8m de Ø pour la filtration.

Les rejets de la flottation sont stockés derrière une digue construite avec la fraction sableuse des rejets. Le classificateur de ces sables est un hydrocône KREBS D 20 B alimenté sous une pression de de  $0,6 \text{ kg/cm}^2$ .

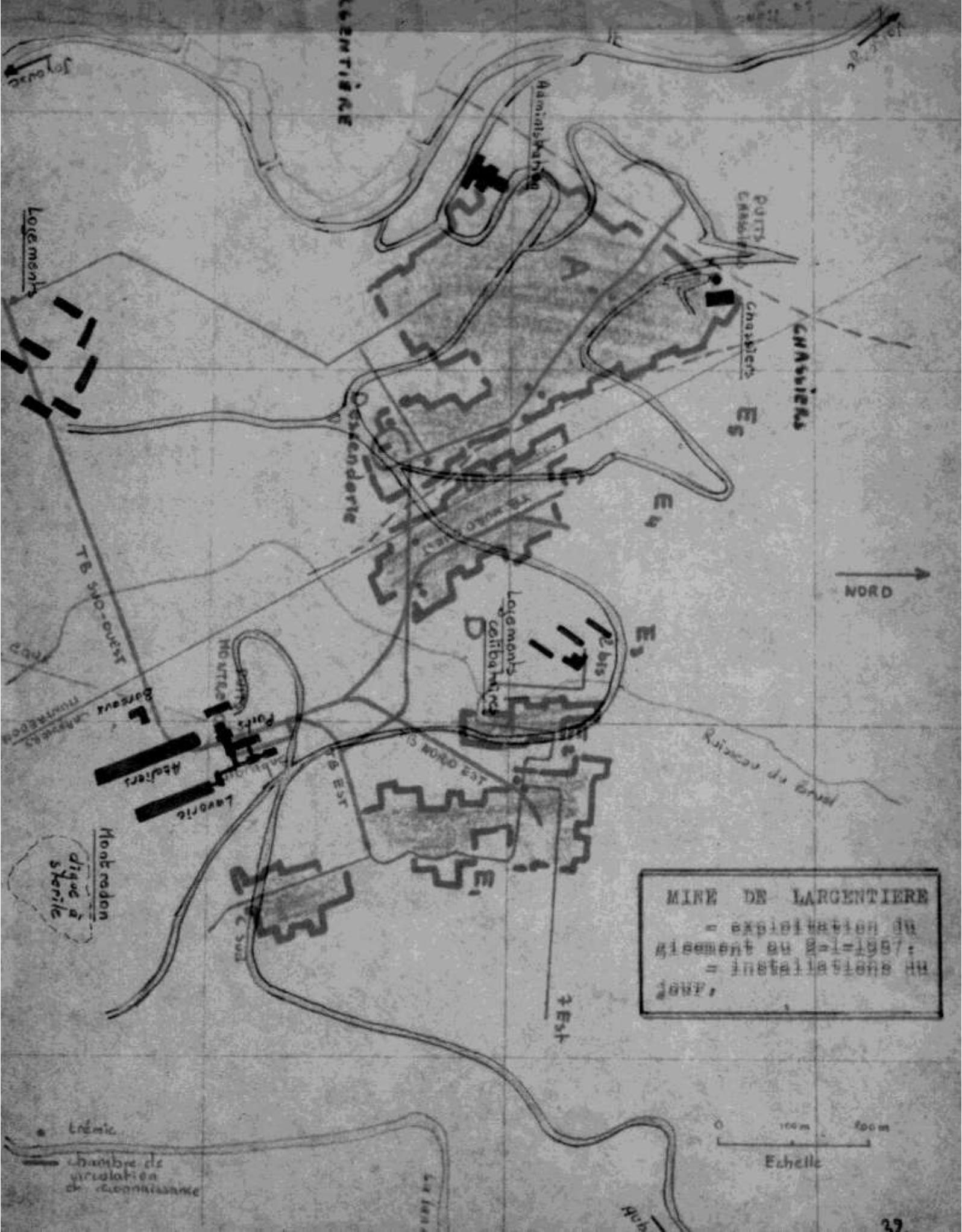
Notes : - Un sondage à une profondeur de 135 m. alimenté en eau la laverie: son débit est de  $90 \text{ m}^3/\text{heure}$ .  
- La puissance électrique totale installée est de 1562 kW.

#### Destination de la production.

Les concentrés sont transportés à la gare de Largentière par camion de 12 tonnes.

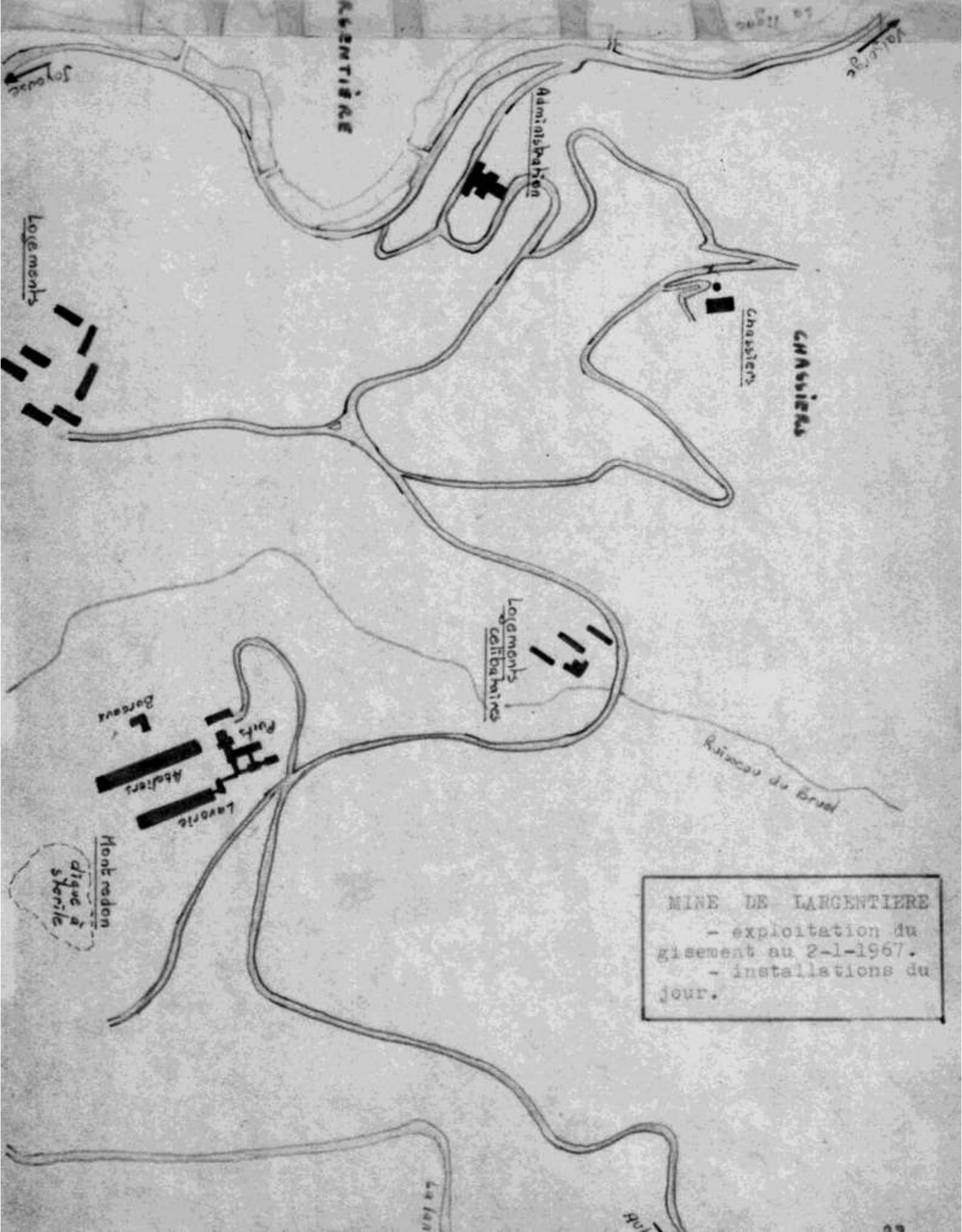
C'est donc par voies-ferrées que la galène et la blende sont acheminées à l'usine métallurgique de NOYELLES-GODAULT dans le Nord, pour y être transformées en Plomb et en Zinc.

---

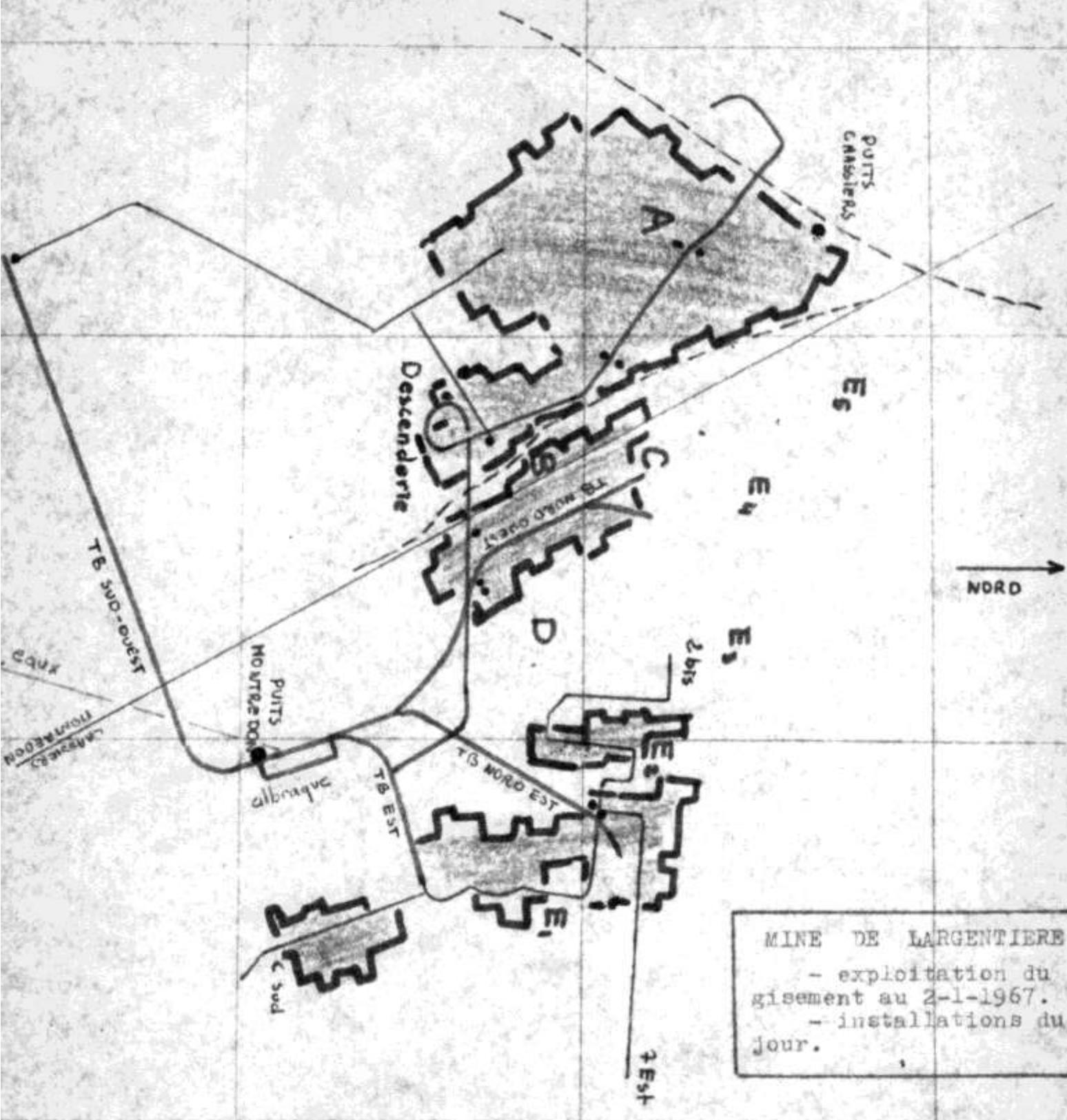


**MINE DE LARGENTIERE**  
 = exploitation du gisement au N°1-1957;  
 = installations au jour;

0 100m 200m  
 Echelle



MINE DE L'ARGENTIERE  
 - exploitation du gisement au 2-1-1967.  
 - installations du jour.



MINE DE LARGENTIERE  
 - exploitation du gisement au 2-1-1967.  
 - installations du jour.

• trémie  
 — chambre de circulation et reconnaissance

0 100 m 200 m  
 Echelle

## Déroulement du stage.

### 2 Janvier - 21 Janvier.

La période classique d'initiation a été réduite à sa plus simple expression.

Etant données les modifications de l'horaire qui à partir du 2 Janvier 1957 (début du stage) ne conservaient plus que deux postes de travail au lieu de trois, l'organisation générale de la mine était en bonne partie à refaire.

De nouvelles techniques ont dû être employées pour maintenir le rythme de la production et la société a pu ainsi confier immédiatement un travail de formation et de surveillance.

Il s'agissait de réaliser des volées de 2,40m. au moyen de la perforation d'un bouchon "Corromant-Cut", alors qu'auparavant les volées s'obtenaient à 1,60m. par un trépan et le bouchon en V.

La technique du corromant-cut ainsi que les problèmes d'organisation du chantier font l'objet d'une étude page 35

Cette activité s'occupe trois semaines au poste du matin (7h - 15h.), et la surveillance de la méthode fut poursuivie jusqu'à la fin du stage.

### 21 Janvier - 31 Janvier.

J'ai ensuite surveillé en tant qu'agent de maîtrise du quartier, le percement d'une cheminée par la technique de la cage oiseau.

Cette méthode originale a fait l'objet d'un rapport que la société a pu exploiter pour diverses améliorations. (voir page 52)

L'organisation du chantier ne fait pas l'objet d'une étude, étant donné son caractère trop local et trop éphémère.

### Février.

Pendant les dernières semaines du stage, l'absence du maître-mineur de Montredon, m'a permis, en le remplaçant, d'accomplir un travail de commandement extrêmement intéressant et formateur directement sous les ordres de l'Ingénieur d'exploitation.

Donner un compte-rendu détaillé du travail effectué, reviendrait à joindre les feuilles d'ordre remises avant chaque poste aux portions des différents quartiers.

La lecture de cette documentation ne présentant aucun intérêt particulier j'ai préféré ici (page 72) :

- résumer ce qu'est une journée de travail pour le maître-mineur le Montredon.

- donner un rapide bilan de l'enseignement personnel reçu à travers ce travail de commandement, non des réussites, mais en évoquant certains échecs et certaines déceptions.

- disserte sur l'utilité et la portée d'un enseignement scolaire relatif au "commandement" et à ses techniques.

## Bouchon de tir "Coromant-Cut".

### Origine du problème.

L'implantation d'un nouvel horaire de travail, a conduit à réviser un certain nombre de modes opératoires. En effet, à partir du 2 Janvier 1967, l'horaire des descentes a été établi comme suit:

<u>Poste 1</u>	7 h.	<u>Poste 2</u>	18 h.
	15 h.		2 h.

Or précédemment, le travail s'échelonnait sur trois postes. La modification d'horaire n'a pas eu pour cause le moindre ralentissement dans les activités de la mine, mais vise avant tout à augmenter la sécurité du personnel. En effet, un décalage de quelques heures entre chaque poste permet de purger la mine des poussières dues aux tirs et des fumées dues aux engins diesel, au moment où leur densité est la plus élevée et lorsque personne ne se trouve au fond. Rappelons à cet égard que les tirs se font en fin de poste.

### Nature du problème.

La chambre 7 Est, au panneau E-1, dépasse les autres chambres tracées dans la même direction de 175m. Elle est poursuivie rapidement, pour reconnaître le terrain.

Jusqu'au 2 Janvier, il y avait deux tirs de 1,50 m pour 3 postes, ces tirs étant réalisés au moyen du traditionnel bouchon en V. Le nouvel horaire ne permettant plus que de tirer une fois par jour, il fallait augmenter la masse de minerai abattu à chaque volée, pour maintenir le rythme de l'avancement. Pour ce faire, il fut décidé d'employer la technique du bouchon "Coromant-Cut", qui permet de déblayer 2,40 m de roches à chaque tir.

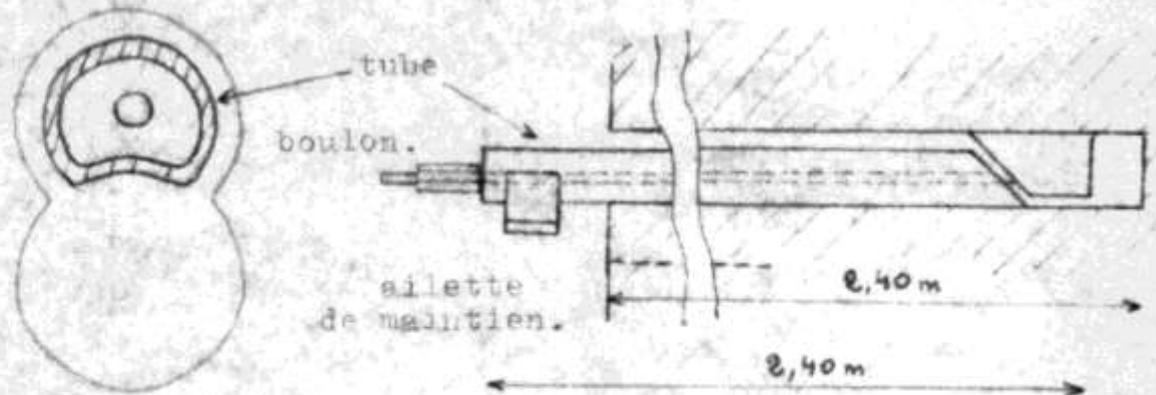
N-B. Pour les autres chambres, le problème peut se résoudre autrement: il suffit en effet d'ouvrir de nouveaux chantiers, vu que le personnel employé au fond est plus important.

### Technique du "Coromant-Cut"

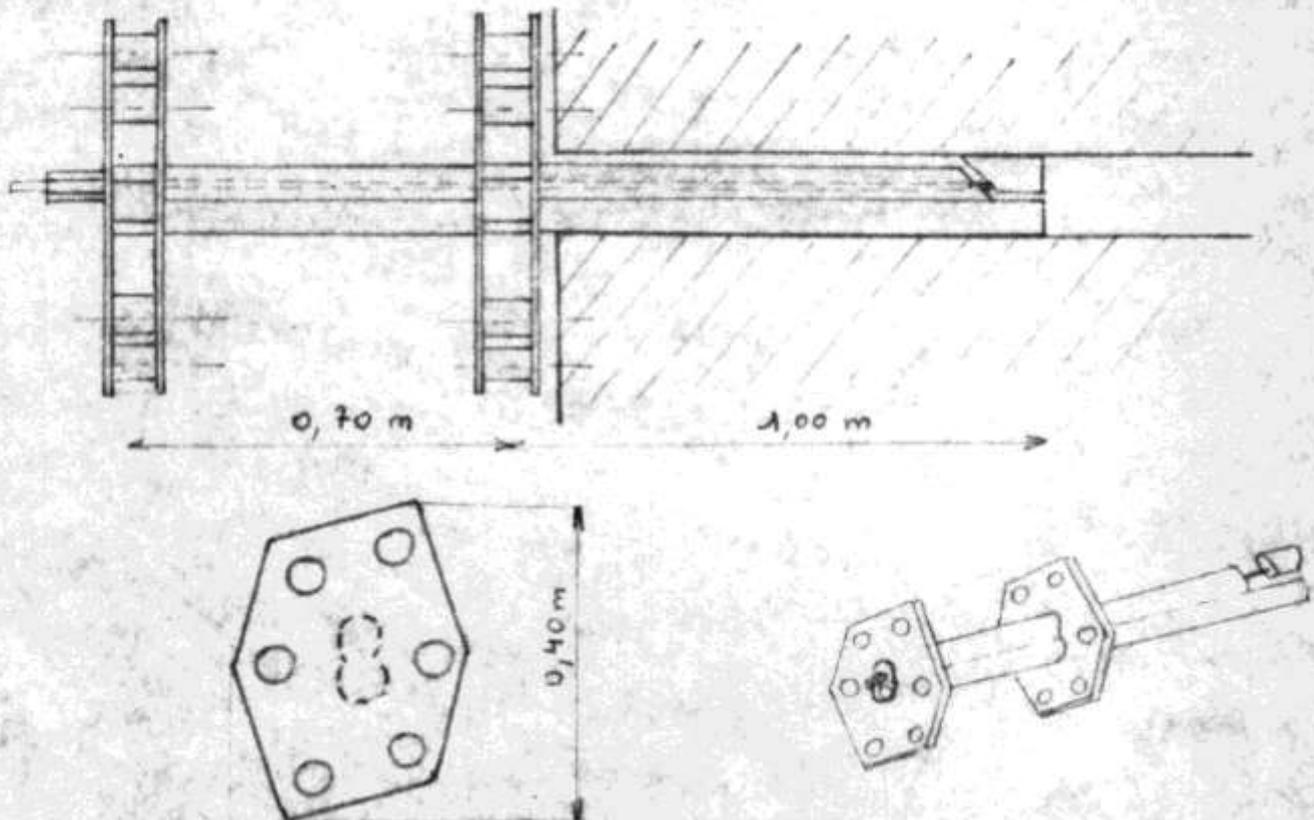
Le bouchon "Coromant-Cut", est un type de bouchon à trous parallèles qui a été réalisé dans le but d'obtenir de plus grands avancements par volée. Il est dû à la société suédoise ATLAS.

Ce bouchon, se compose d'une entaille constituée par deux trous superposés qui restent non chargés, et de 6 trous périphériques dont l'emplacement est calculé avec exactitude.

1) L'entaille: est produite par la perforation de deux trous sécants, et cela au moyen d'un fleuret conique de 7/8 muni d'un taillant spécial de 57mm de diamètre. On fore d'abord le trou supérieur en l'orientant légèrement vers le haut afin de faciliter l'évacuation des boues. Puis on procède à la perforation du second trou. Ceci demande l'emploi d'un tube de guidage qui doit être introduit dans le premier trou et fixé solidement avec un boulon à expansion. (Voir schéma ci-dessous.)

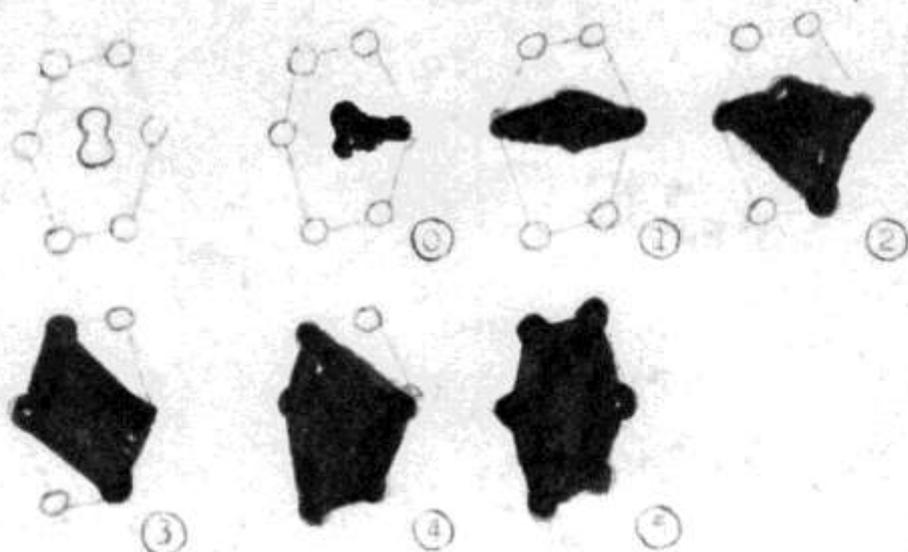


2) Les trous périphériques: Pour obtenir un parallélisme rigoureux la perforation des trous périphériques s'effectue au moyen d'un gabarit. De plus, ce gabarit rend l'opération plus rapide même pour des foreurs expérimentés. Ce gabarit est fixé par un boulon à expansion dans l'entaille. (Voir schéma ci-dessous.)

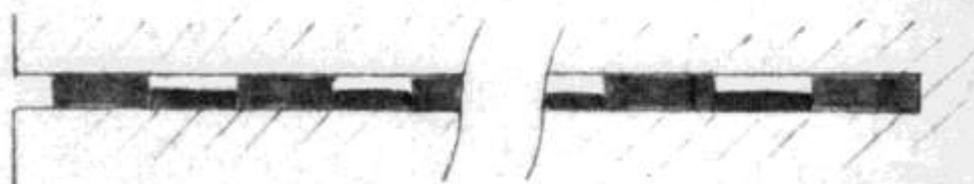


3) Sautage du bouchon: L'arrangement des trous et de l'ordre du tir ont été calculés de façon à donner suffisamment d'espace aux roches pour foisonner.

Le schéma ci-dessous explique l'ordre des retards.



La concentration de la charge dans les six premiers trous autour de la fente (trous du bouchon) doit être relativement faible. Pour cela on doit placer entre les cartouches, les espaceurs constitués de petits tubes en caoutchouc. (Voir schéma explicatif ci-dessous.) Chaque trou peut ainsi recevoir 700g de poudre constitués par 7 cartouches de 100g.



Le reste du plan de tir ne présente aucune particularité.

Finalement, le bouchon "crown-cut" présente les avantages suivants par rapport au bouchon canadien, par ex. p.e:

- facilité d'exécution, même pour des foreurs peu expérimentés.
- impossibilité théorique de rater un tir.
- dépense d'explosif faible.

Par contre le temps de foration se trouve être plus important.

### Travail demandé au stagiaire.

Il me fut demandé d'implanter la méthode dans le chantier et d'en surveiller la mise en application, tout en procédant à une série d'essais pour déterminer:

- Le meilleur emplacement du bouchon.
- Le meilleur angle de tir pour l'ensemble du front.
- La quantité minimum de poudre nécessaire.
- Les autres détails techniques imprévus.

Deux équipes d'ouvriers étaient à instruire, vu que les mineurs changent de poste toutes les semaines. Il y a deux ouvriers par équipe.

### Travail effectué par le stagiaire. ( 4 Janvier - 21 Janvier )

Je suis resté 18 jours (poste 1) à la chambre 7-B. Les ouvriers du poste du matin procèdent à la perforation et au tir, tandis que le chantier est déployé par scoop et camion au poste de nuit.

- J'ai d'abord dû me mettre personnellement au courant de la technique du "coronement-out" au moyen de la notice de la firme "Atlas" -promoteur de la méthode- et grâce aux explications de M. PUECH -ingénieur organisation salaire-.

- Faire appliquer ce procédé aux mineurs intéressés fut une tâche relativement facile, vu que la plupart d'entre eux le connaissait et qu'il n'y a vraiment aucune difficulté particulière pour des foreurs un tant soit peu expérimentés.

Malgré cette simplicité, j'ai tout de même réussi le premier jour à commettre l'erreur de faire percer le second trou de l'entaille au dessus du premier, ce qui entraîna le blocage du guide, puisque les boues ne pouvaient s'évacuer facilement. Je me suis ainsi prouvé par expérience, qu'il était désagréable et même dangereux de se tromper devant des personnes que l'on commande.

J'ai aussi pu constater la mauvaise volonté avec laquelle les ouvriers acceptent de changer leurs "saintes" habitudes. Le gabarit les dérange profondément: peut-être croient-ils qu'il est employé parce que l'on doute de leur capacité de forer une série de trous parallèles! D'autre part, ils soutiennent tous que le bouchon canadien donnera les mêmes résultats, pour un temps de foration réduit. Ce problème, qui sort du cadre de cette "petite" étude mériterait, peut-être, de se voir étudié par un spécialiste.

Cette partie de mon stage, fut donc plutôt un prolongement du stage ouvrier que j'ai effectué aux H.B.M.P.C. durant l'été 1966, puisque j'ai joué pratiquement le rôle d'un moniteur en traçage: amorçage des mèches et responsabilité d'un petit chantier. Notons, qu'aux mines de Largentière, ce poste de moniteur n'est pas connu.

**S. M. M. P.**

Noms de l'Ouvrier \_\_\_\_\_

Date \_\_\_\_\_

Poste : \_\_\_\_\_

Mine de Largentière \_\_\_\_\_

Chantier : \_\_\_\_\_

N° Compte : \_\_\_\_\_

**ROULAGE CAMION Engin Type :** \_\_\_\_\_

**N°** \_\_\_\_\_

**h. de marche :** \_\_\_\_\_

TACHE - heures : \_\_\_\_\_

RÉGIE - Heures \_\_\_\_\_

Chambre	Chem. de Jet	Distance	Nombre		Points p/Tonne	Total points
			Unités	Tonnes		
		150m				
Totaux						

Motif - travaux effectués	heures

**Réservé à la Maîtrise**

Entretien Matériel **BON**  
**MAUVAIS**

Respect des Consignes **OUI**  
et Sécurité **NON**

**Sur heures Régie**

- Travail médiocre
- moyen
  - bon
  - très bon

Début et fin de poste _____	
Plein de Fuel	<input type="checkbox"/>
Fixes du Poste	_____
Vérification atelier	<input type="checkbox"/>
Entrée <input type="checkbox"/>	Sortie <input type="checkbox"/>
Activité	_____
Total Points _____	

**SALAIRE**

TACHE	Heures	Salaire
Prix du Point-Nombre de Points		
_____ × _____		
<b>RÉGIE</b>		
Salaire horaire . .		
Prime Rendement		
<b>SAL. TOTAL :</b> _____		

L'Ouvrier,

Le Chef de Poste,

S. M. M. P.

Noms de l'Ouvrier

Date

Poste :

Mine de Largentière

Chantier :

N° Compte :

**DEBLAYAGE**

**Engin Type :** W 4 **N°** 140 -

**h. de marche :** 60

TACHE - heures : 3h

RÉGIE - Heures

Chambre	Chem. de Jet	Distance	Nombre		Points p/Tonne	Total points
			Unités	Tonnes		
<u>lh/cv</u>	<u>MT10</u>	<u>20</u>	<u>11</u>	<u>661</u>	<u>20,95</u>	<input checked="" type="checkbox"/>
Totaux						

Motif - travaux effectués	heures

Réservé à la Maîtrise

Entretien Matériel BON

MAUVAIS

Respect des Consignes OUI  
et Sécurité NON

Sur heures Régie

Travail médiocre

« moyen

« bon

« très bon

Début et fin de poste

Plein de Fuel

Nombre de fronts débl.

par front :  N

Fixes du Poste

Grais. et Vérific. par ateliers

Entrée

Sortie

Activité 80

Total Points 77

**SALAIRE**

TACHE

Prix du Point-Nombre de Points

688 × 0,250

RÉGIE

Salaire horaire . .

Prime Rendement

SAL. TOTAL :

L'Ouvrier,

Le Chef de Poste,



- Procéder à quelques essais fut pour moi une tâche plus ingrate, car mon expérience en matière d'explosifs n'était que livresque et qu'il m'a fallu de plus, prendre confiance pour commander à l'ouvrier autre chose que ce qu'il voulait bien faire.

Nous avons commencé par un schéma de tir classique et symétrique (voir page 49), chargé avec une marge de sécurité assez grande. Nous avons ensuite modifié ce schéma en diminuant le nombre des mines et la quantité de poudre, pour approcher au plus près, le minimum indispensable, tout en garantissant l'efficacité du tir.

Notons, que le bourrage au sable ou à l'eau ne se fait pas à Largentière.

Pour suivre le déroulement et la ligne conductrice de ces essais, on se reportera à la page 47.

### Conclusions techniques.

Les conclusions élémentaires qui peuvent être tirées de la série de 40 volées effectuées sont les suivantes.

#### 1° Schéma de tir.

- Le bouchon lui-même, saute toujours très bien. Il saute d'autant mieux que l'on est plus près des 700g de poudre par mine, prescrits. (7 cartouches de 100g et 6 espaceurs.). La Sofranex semble meilleure que la dynalite et doit être employée seule pour le bouchon.

- 30 à 35 kg. de poudre pour 35 à 40 mines suffisent pour obtenir une volée de 2,20 à 2,30 m., pour un front de 4,50 sur 2,50 m. On utilisera un mélange de sofranex et de dynalite qui peut se composer par trou de mine de:

- 2 x 250 g de sofranex. (500 g)
- 4 x 100 g de dynalite. (400 g)

Soit 900 g par mine.

Malgré tout, il a fallu des terrains extrêmement favorables (faille à 2,30m), pour obtenir un tir parfait. Il reste toujours en effet un culot de 10 à 20 cm sur l'ensemble du front qui ne saute pas, bien que les roches se trouvent ébranlées. Personnellement je pense qu'un bourrage au sable ou à l'eau pourrait peut-être permettre de sortir ce culot, car il ne semble pas mieux se dégager si l'on augmente la quantité de poudre.

- Le bouchon ne doit pas toujours être fait au même endroit, car derrière lui les roches se trouvent fissurées. Or il faut forer l'entaille en bon terrain pour éviter de bloquer, soit le guide, soit le gabarit.

- Le schéma qui a donc donné le maximum de satisfaction est celui de la page 49. Il est antisymétrique et doit être inversé tous les jours. Ses deux avantages principaux sont les suivants:

- le bouchon ne se fait pas deux fois de suite à la même place.

- la répartition des tâches des mineurs peut être équilibrée. (voir mode opératoire).

- L'emploi des espaceurs pour les mines du parement ne semble pas donner de meilleurs résultats. Par contre le temps nécessaire au bourrage se trouve augmenté et la consommation d'espaceurs devient vite élevée. Ce procédé ne doit donc pas être, en principe, généralisé.

## 2° Mode opératoire.

- Il faut amorcer les mines de 2,40m. avec un fleuret de 1,60m. et les approfondir ensuite. En effet, l'amorçage direct avec des fleurets de 2,40m. a conduit à en rompre un certain nombre par suite d'une trop grande amplitude de leurs vibrations.

Il faut malgré tout remarquer, en comptant en moyenne 30" pour l'amorçage d'une mine, que le temps de foration global s'en trouve augmenté d'environ 10'.

- Les fleurets neufs ont un diamètre de tête plus important que celui des alésages du gabarit. Il faut donc utiliser pour le bouchon lui-même, des fleurets déjà meulés.

- Une inclinaison de la moche de 10% à l'amorçage conduit à une déviation de 25cm. à fond de mine, avec un fleuret de 2,40m. Il faut donc se méfier de ce phénomène qui peut conduire, lors du tir, à crever le toit. Or un toit sain est une des conditions primordiales de sécurité dans les mines métalliques.

- Processus de la foration: voir chronométrage de la foration, ci dessous.

### Chronométrage.

Pour obtenir au plus près l'équilibre des taches des deux foreurs, j'ai procédé à un pendulage de la foration de 42 mines. Les deux mineurs travaillaient avec des fleurets dont le degré d'usure pouvaient être considéré comme équivalent.

#### 1) Résultats du pendulage de la page 41.

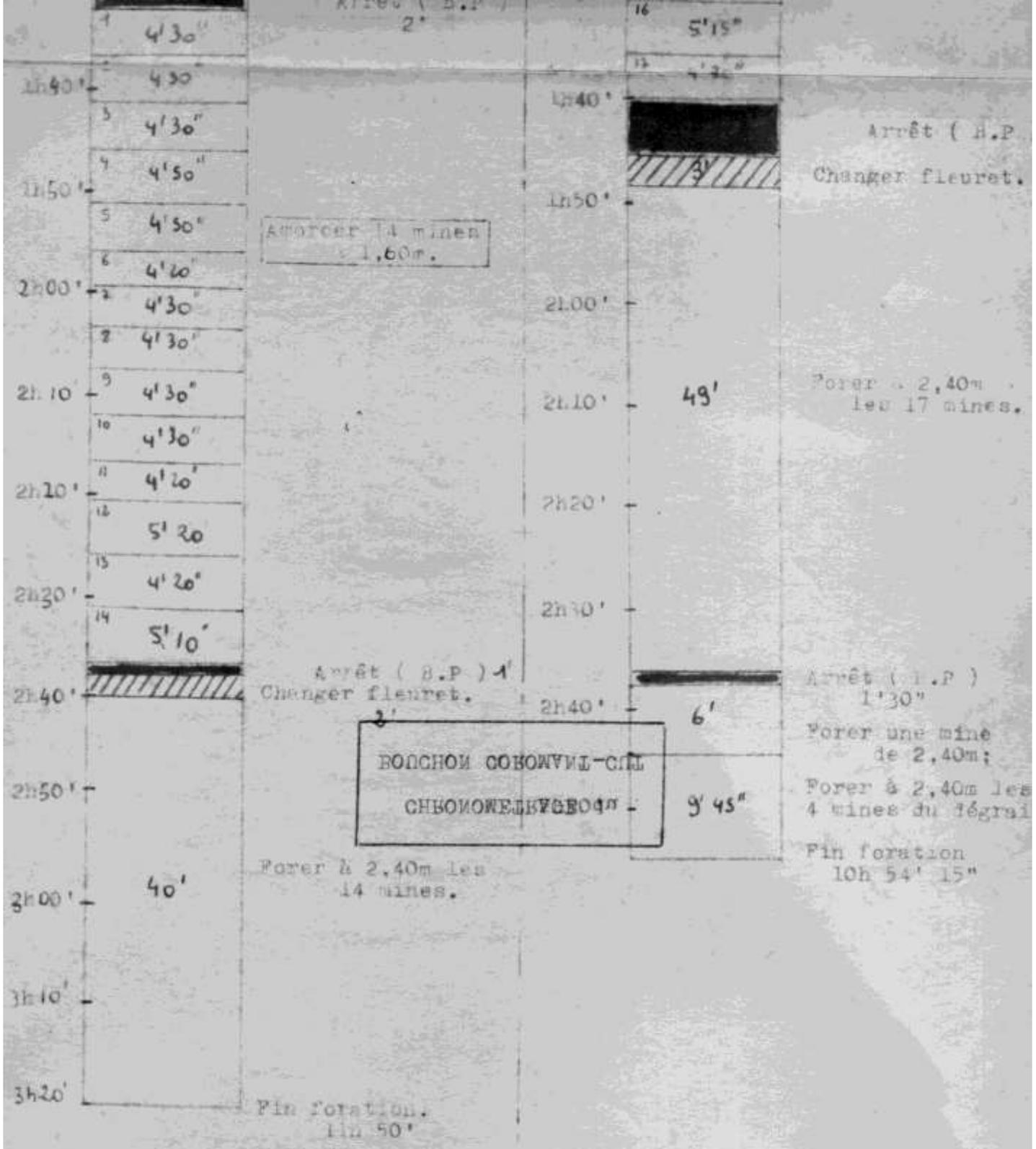
<u>Foreur 1.</u>			
Travail	Mètres forés.	Temps de foration.	Travaux annexes.
2 trous entaille. Ø 57	4,80m.	18' 30"	12' 15"
6 mines bouchon. Ø 35	14,40m.	34' 15"	3' 15"
Amorcer dégraisseur.	6,40m.	13' 15"	3' 15"
14 mines.	33,60m.	105'	2'
TOTAL	54,40m. (Ø 35) + 4,80m. (Ø 57)	171'	20'

CHRONOMETRAGE DU BOUCHON DE TIR  
" COROMANT-CUT "

Mardi 12 Janvier 1907  
Poste 1.

S - M - F - P.  
Mines de l'argentière.  
Panneau E1.7E.

Mineur 1. (Carbone.)			Mineur 2. (Siccolini.)		
0	9'55"	Debut foration. à 30'.	0		Debut foration à 35'.
		Forer 1 <sup>er</sup> trou entaille (2,40m)	1	4'30"	
10'	5'40"	Placer guide.	10'	5'30"	Aider foreur 1.
		Forer 2 <sup>o</sup> trou entaille (2,40m)	2	5'30"	
20'	8'35"		20'		Arrêt ( B.P ) 2'
		Sortir guide. Placer gabarit. Changer fleuret.	3	6'45"	Aider foreur 1.
30'		Panne d'eau.	30'		Panne d'eau.
	2'30"			4'	
	3'		40'	5'15"	
40'		Arrêt. ( B.P ) 30"	40'	4'30"	
	3'30"	Amorcer les 6 trous du bouchon (1,50m)	50'	3'45"	
	4'			3'30"	
50'	3'40"				Gratter au pic. 2'
	3'20"			3'45"	
	3'15"	Sortir le gabarit.	1h	3'35"	Amorcer 17 mines à 1,60m.
1h00'	2'10"			3'40"	
	2'30"			4'30"	
	2'45"	Forer à 2,40m les mines du bouchon.	1h10'	4'	
1h10'	2'30"				Gratter au pic. 2'
	2'40"	Changer le fleuret.	1h20'	4'45"	
	3'18"			2'55"	
1h10'	3'15"	Amorcer les 4 trous du dégraisseur. ( à 1,60m )	1h30'	4'35"	
	2'			5'15"	
	3'50"			4'30"	
1h20'	4'10"	Arrêt ( B.P ) 2'	1h40'		Arrêt ( B.P )
	4'30"				Changer fleuret.
1h40'	4'30"				
	4'30"				
	4'50"				



AMORCER 14 mines à 1,60m.

ВОЛЧОМ СОВОНВИЛ-СИЛ  
СНВОМОНЕЛВУСВО4''

Arrêt (B.P.)  
Changer fleuret.

Forer à 2,40m les 17 mines.

Arrêt (I.P.) 1'30"

Forer à 2,40m les 4 mines du tégrai

Fin foration 10h 54' 15"

Forer à 2,40m les 14 mines.

Fin foration. 11h 50'

Foreur 2.

Travail	Mètres forés.	Temps de foration.	Travaux annexes.
18 mines.	40,80m.	126' 30"	7'
Aider foreur 1.			12' 15"
Finir dégraisseur.	3,20m.	9'45"	
TOTAL	43,80m.	136'15"	19'15"

Nous obtenons donc les vitesses de foration suivantes:

Foreur 1.

$$- \varnothing 57 \quad v = \frac{480}{1110} = 0,435 \text{ cm/s.}$$

$$- \varnothing 35 \quad v = \frac{5440}{10260} = 0,530 \text{ cm/s.}$$

Foreur 2.

$$- \varnothing 35 \quad v = \frac{4380}{9175} = 0,480 \text{ cm/s.}$$

2) Constatations.

Le foreur 2 est plus lent que le foreur 1. D'une part il semble moins expérimenté et d'autre part il se trouve naturellement gêné par sa petite taille (1,5lm) lors de l'amorçage des mines.

Travaillant au rythme du foreur 1, il devrait effectuer son travail en  $4380/0,530 = 8275''$ , soit en 15' de moins.

L'objet de cette petite étude est d'équilibrer au plus juste le travail des ouvriers, au point de vue mètres forés puisque les mineurs sont payés à la tâche. Nous allons donc nous servir de ce pendulage pour généraliser un plan de foration de la manière suivante:

Nous exprimons le travail nécessaire pour forer les deux trous de l'entaille ( $\varnothing 57$ ) en "mètres équivalents" de foration au moyen d'un taillant  $\varnothing 35$ . Nous prendrons donc le mineur 1 comme référence.

Forer 4,80m. au diamètre 57 équivaut à forer:  
 $1110 \times 0,530 \times 10^{-2} = 5,90 \text{ m.}$   
 au diamètre 35.

Pour le schéma type de 36 mines nous obtenons donc un métrage de:

$$36 \times 2,40 + 5,90 = 94,30\text{m.}$$

Chaque mineur doit donc forer 47,15m.

Le mineur 1 fore 5,90m. ( entaille )

$$+ 41,25\text{m au } \varnothing 35 \text{ soit } \frac{41,25}{2,40} = 17 \text{ mines.}$$

Le mineur 2 fore 47,15m. au  $\varnothing 35$  soit  $\frac{41,75}{2,40} = 19 \text{ mines.}$

### 3) Conclusions.

Pratiquement les deux mines de l'entaille ( $\varnothing$  57) peuvent être considérées pour la valeur de la tâche comme des mines  $\varnothing$  35.

D'autre part le chronométrage prouve que les travaux annexes sont équivalents pour les deux mineurs.

Considérant le schéma de tir de la page 50, qui a été jugé le plus favorable nous pouvons donc répartir le travail des mineurs de la façon suivante:

Mineur 1	Mineur 2
Bouchon: Entaille 6 mines.	Mines du parement: 15 mines. ( à droite )
Mines du parement: 11 mines ( à gauche )	Mines du dégraisseur: 4 mines.
161 '	166'

### ORGANISATION. du chantier.

Nous avons vu, que l'équipe occupée sur le chantier ( C 7 Est ) est constituée par deux mineurs (échelle 4).

D'autre part, le temps nécessaire à la foration a été calculé: il est de 2h 50' pour des travailleurs pouvant être considérés comme représentatifs (allure 100).

Le poste de travail comprenant uniquement la préparation d'une volée (coromant-cut à 2,40m.) se décomposera donc ainsi:

- Trajet 20'
- Purge du toit et du front. 40'
- Installation du matériel. 10'
- Foration. 2h 50'
- Casse-croûte. 25'
- Bourrage. 30'

( temps moyens définis après une observation portant sur 10 postes. )

Commencant le travail à 7h, les mineurs sont, d'après ces temps déjà larges, en mesure de quitter le chantier à 12 h. Il faut donc leur procurer une activité annexe pour "meubler" les trois heures de travail qu'ils doivent encore fournir.

Etant donné l'éloignement de la chambre 7-E, aucuns travaux importants (préparation d'une volée normale à 1,60m. dans une autre chambre) effectués par eux, ne pourraient être terminés pour la fin du poste. Il faut donc (sauf cas exceptionnel) que les mineurs finissent leur journée de travail sur le chantier même.

Les travaux qu'il faut leur commander sont les suivants:

- Entretien du chantier: (trous de suspension, rigole d'évacuation des eaux, entretien de la piste...)
- Boulonnage des passages dangereux.

Malgré tout, il est rare d'obtenir un poste de travail pouvant se présenter exactement comme le programme précédemment établi.

En effet, des ennuis de toutes sortes et presque quotidiens viennent prolonger la durée de certaines opérations. Ce sont par ordre d'importance:

- disparition pure et simple du matériel: (Marteaux-perforateurs, pousseurs hydrauliques, atomiseurs ou flexibles...)
- mauvais déblaiement du chantier par l'équipe de nuit
- défaut d'énergie ou pannes.

J'ai donc essayé de voir dans quelles mesures ces différents points-noirs pouvaient être aplanis, en m'attachant à rechercher l'origine de ces défauts d'organisation.

#### 1) Disparition pure et simple du matériel.

La disparition du matériel est due à plusieurs facteurs.

- Manque de relations entre les agents de maîtrise des postes 1 et 2.

Il y a théoriquement un nombre suffisant de marteaux-pousseurs, atomiseurs et flexibles attribués au quartier E-1, pour que le matériel de la C 7-E, reste en place au poste 2, pendant le déblaiement.

Malheureusement, il y a toujours une partie du matériel du quartier qui n'est pas en état de marche et qui n'est pas portée immédiatement à l'atelier de réparation. Dans ce cas, l'agent de maîtrise du poste 2, utilisera par exemple, un marteau de la C 7-E, pour permettre la perforation dans une autre chambre, sans signaler cette opération à son collègue du poste suivant.

Celui-ci devra alors visiter tout son quartier pour retrouver le marteau nécessaire aux ouvriers affectés à la 7, d'où une grosse perte de temps.

Car il faut noter avec regrets, que les perions veulent bien mettre leurs ouvriers dans les meilleures conditions de travail, - et encore dans une certaine mesure, mais que tout ce qui se rapporte aux travaux qui seront effectués par leur collègue du poste suivant les désintéresse totalement.

- les agents de maîtrise doivent faire évacuer des chantiers, immédiatement, le matériel avarié ou superflu.
- ils doivent signaler sur leur rapport les déplacements, parfois inévitables, du matériel pour permettre aux ouvriers du poste suivant de le trouver sans recherches.

- Manque de discipline et de conscience professionnelle de nombreux ouvriers.

Ce qui vient d'être dit pour les agents de maîtrise reste vrai, a fortiori, pour les ouvriers: ils se contentent de ne penser qu'à leur propre travail et souvent d'y penser fort mal.

Les ouvriers se débrouillent, s'ils ne sont pas un tant soit peu surveillés, pour stocker en surnombre, tout ce dont ils pourraient avoir besoin pour leur travail dans leur chantier, quitte à littéralement chaparder n'importe quoi et n'importe où.

Ces petits larcins se font malheureusement souvent avec la complicité de leur agent de maîtrise et il faudra alors attendre l'œil vigilant du maître-mineur ou de l'ingénieur pour réduire certains stocks ou pour rendre à qui en a besoin du matériel inutile à l'autre.

Il est assez navrant de constater par exemple que 100 boulons descendus au fond par le puits et entreposés à l'accrochage disparaissent en moins de 24 heures.

Peut-être que des mesures telles que la numérotation des fleurets, pourraient se généraliser avec profit.

Matériel et personnel de la C 7-E. n'échappent pas à cette règle. Si par hasard, ou plutôt par habitude, il manque un marteau pour la foration, l'ouvrier parti à sa recherche en ramène deux, sans complexes et non sans fierté, tout en étant assuré qu'ils disparaîtront à nouveau dans la nuit !

Les mesures suivantes furent prises successivement pour le chantier en question.

- Demande verbale, aux portions intéressées, accompagnée de toutes les justifications possibles, de laisser le matériel de la C 7-E. en place.

- Interdiction écrite, de la main du maître-mineur de prendre ce matériel.

- Réprimande verbale du personnel pris en faute.

- Sanction sur la fiche de paie journalière: entretien matériel mauvais. ( voir fiche de paie ci-jointe.)

Il faut malheureusement savoir que ces mesures n'ont pas abouti à de grands résultats, vu qu'elles ne pouvaient être que trop locales.

2) Mauvais déblocage du chantier.

Le mauvais déblocage du chantier au poste de nuit résulte une nouvelle fois du fait que les agents de maîtrise ne s'occupent que du travail effectué pendant leur poste, sans vouloir faciliter la tâche de leur successeur.

En effet, si le chantier n'est pas purgé au maximum pendant le chargement (Mining Scoop + Camion), ce sont les mineurs du poste I qui seront obligés de faire ce travail avant de débiter la foration.

Comme il est possible qu'ils puissent déblayer au pic et à la pince, la valeur de deux à quatre godets de Scoop, ils vont être obligés de travailler sur un amas de pierres glissantes, vu que le chantier est très arrosé. De ce fait, les risques de chutes sont très importants, et de plus, un long et pénible travail de terrassement va être nécessaire pour pouvoir amorcer les mines du sol.

Certains jours, nous avons été conduits à faire revenir un engin sur le chantier pour terminer le déblaiement, d'où a nouveau de grosses pertes de temps et de nombreuses complications.

- il est nécessaire qu'un purgeur accompagne le scoop à la C 7-E. pendant le déblaiement au poste 2.

- il doit, non seulement purger le toit et les paravents, mais aussi dégager les blocs branlants du front d'avancement.

### 3) Défaut d'énergie - Pannes.

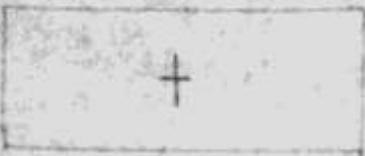
Personnellement je n'ai jamais compris pourquoi il était difficile d'obtenir une pression d'air comprimé suffisante à la bonne marche du chantier avant 9h ou 9h 30.

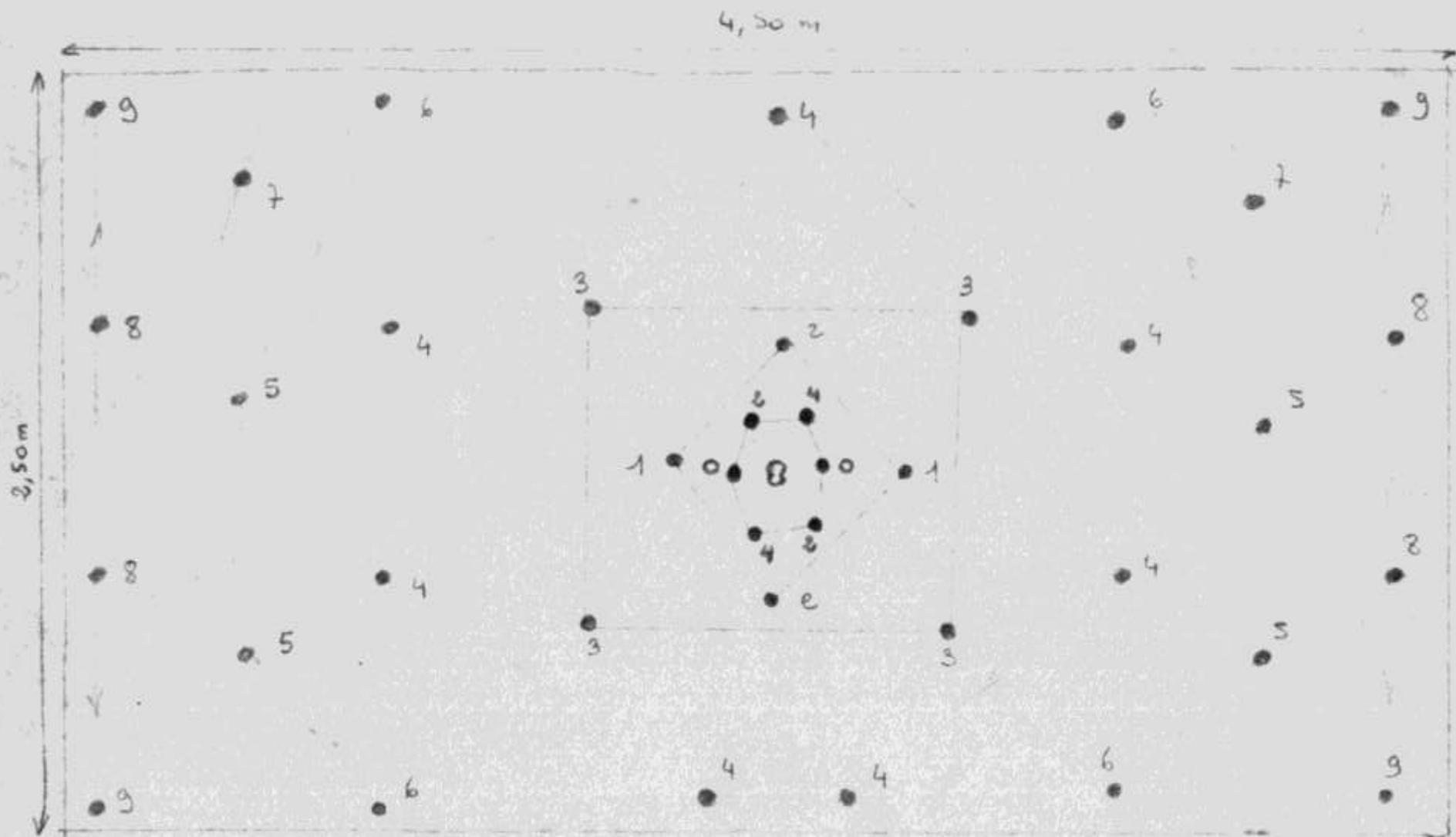
Notons que la mise en route et le fonctionnement des compresseurs sont placés sous la responsabilité de l'Ingénieur des ateliers.

---

Déroulement des Essais. (1)

Travail.	Résultats.	Conclusions.
 <p>Sofrenex Dynalite 41 mines. 42 kg. 4-1-1967</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Culot de 50 cm avec la dynalite.</li> <li>- Culot de 15 cm avec la sofranex.</li> <li>- Bouchon très apparent.</li> <li>- Guide bloqué : (2° trou de l'entaille au dessus du 1°)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mélanger dynalite et Sofranex.</li> <li>- Diminuer la poudre au bouchon.</li> <li>- Faire le 2° trou de l'entaille au dessous du</li> </ul>
 <p>39 mines. 40kg. 5-1-1967</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- guide bloqué.</li> <li>- Bon tir.</li> <li>- toit crevé.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ne pas faire le bouchon à l'emplacement du précédent.</li> <li>- diminuer la poudre.</li> <li>- se méfier de l'inclinaison avec les fleurets de 2,40m.</li> </ul>
 <p>36 mines. 35kg. 6-1-1967</p>	<p>R - A - 1.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- diminuer la poudre.</li> </ul>
 <p>36 mines. 32 kg. 7-1-1967</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bon tir. (faillie à 2,30m)</li> <li>- quelques gros blocs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- limite de sécurité à ne pas dépasser.</li> </ul>
 <p>38 mines. 36 kg. 9-1-1967.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- culot de 10cm.</li> <li>- 2 fleurets 2,40m cassés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bon shour.</li> <li>- amorcer avec fleurets de 1,50 m.</li> </ul>

Travail.	Résultats.	Conclusions.
 <p>BOULONNAGE. 10-1-1964</p>		
 <p>41 mines. 40kg. Espaceurs dans les parements. 11-1-1967.</p>	<p>- très mauvais terrain. (série de failles.)</p> <p>- culot de 25 cm. déblayé au pic.</p>	<p>- efficacité satisfaisant</p>
 <p>41 mines - 40 kg. spaceurs dans parements. Chronométrage. 11-1-1967.</p>	<p>- terrain moyen.</p> <p>- culot de 60 cm déblayé à la pince.</p>	<p>- ne pas généraliser les espaceurs dans les pa- rements.</p>
 <p>38 mines 42 kg. 13-1-1967</p>	<p>- culot de 25 cm.</p>	<p>- culot existant, même avec beaucoup de poudre. Bourrage ?</p>
 <p>Shéma type. 14-1-1967.</p>	<p>R A - S</p>	<p>- bons résultats.</p>



Mercredi 4 Janvier 1967

Poste du matin

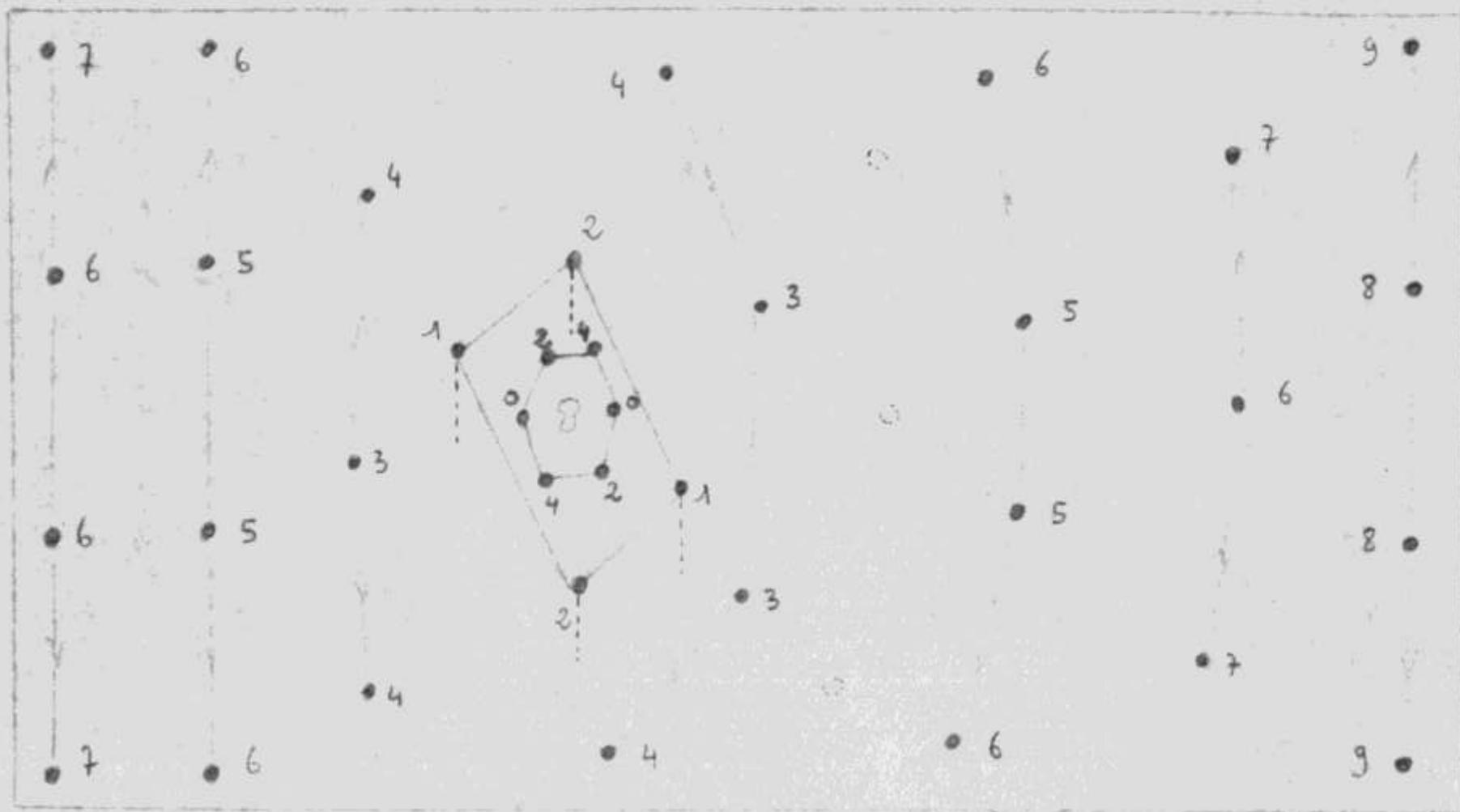
39 mines.

40 kg d'explosifs.

(dynamite + propane)

Panneau E1  
Chambre 7 Est

— Microretards  
— retards



Samedi 7 Janvier 1967

Poste du matin

36 mines

32 kg d'explosifs  
(Sopranse + dynamite)

Panneau E,  
Chambre 7 Est

——— Microretards  
——— Retards

Notes sur les explosifs utilisés.

SOPRANEX

- composition:

Nitroglycérine-Nitroglycerol	40
Coton poudre	2
Nitrate d'ammoniaque	48
Aluminium en poudre	8
Dinitrotoluène liquide	2

- aspect: plastique.

- puissance 144

- vitesse de détonation 4000 m/s.

DYNALITE

- composition:

Nitrate d'ammoniaque	74,5
Nitroglycérine	12
Coton poudre	0,5
Aluminium	6
Cellulose	2
Dinitrotoluène	5

- aspect: pulvérulent.

- puissance: 123

- vitesse de détonation 2800 m/s.

Vitesse des retards.

Microretards:

0	instantané.
1	35 milisecondes.
2	70 "
3	105 "
4	140 "

Retards:

1	0,5 secondes
2	1 "
3	1,5 "
4	2 "

etc...

Percement d'une Cheminée  
par la technique  
de la Cage d'Oiseau.

---

But de l'étude:

Cette étude de percement d'une cheminée par la technique de la "Cage d'Oiseau" a pour buts essentiels:

- de définir cette méthode.
- de déterminer un mode opératoire cohérent, un domaine d'application.
- de suggérer diverses améliorations.

Les résultats de cette étude pourraient être utilisables pour la cheminée de 130m. qui doit être prochainement percée entre le jour et le fond, pour la descente des remblais.

Observations.

L'observation de la méthode a été effectuée entre les 23 et 31 janvier 1967, pendant le percement de la cheminée GJ2 destinée à constituer une trémie entre le panneau de la gare de Chassiers (à 126,70) et le travers-bancs sud de Montredon (à 90).

La majorité des cheminées servent ainsi de trémies et débouchent sur un T-B.; mais il est possible (voir ci-dessus) qu'elles puissent avoir une autre destination ( personnel - aérage - remblais ... )

Nous développerons ici le cas général, en sachant que pour les autres cas, les différences concernent uniquement le déblaiement des roches abattues et les manutentions de la cage. (utilisation d'une pelle LIMCO ou d'un Mining Scoop).

---

## Rappel sur le percement des cheminées.

Deux cas sont à considérer:

- des deux niveaux extrêmes de la cheminée, un seul est installé.
- les deux niveaux sont déjà en place

Nous allons voir rapidement quelles sont les techniques utilisées pour ces différentes possibilités.

### Premier cas.

a) Seul le niveau supérieur est installé.

Il s'agit alors du fonçage d'un puits.

Cette technique élémentaire ne sera pas développée.

b) Seul le niveau inférieur est installé.

Pour réaliser une cheminée montante de reconnaissance, deux techniques sont possibles.

- Méthode des échafaudages successifs.

Un échafaudage (pitons, madriers et échelles) est constitué avant chaque volée, pour permettre la foration. Cette méthode n'est applicable que pour des cheminées courtes. Elle est archaïque, dangereuse, longue et fastidieuse.

- Alimak - Method.

Il s'agit d'une méthode d'une technicité complexe, nécessitant un important matériel fort coûteux. Les croquis de la page 54 illustrent succinctement cette méthode.

- Une cage plateforme est hissée jusqu'au niveau de la foration par coulisement sur un rail à crémaillère où sont incorporées les tuyauteries d'air comprimé et d'eau.

- Pendant le tir, la cage est redescendue dans le T-B où elle reste suspendue à son rail.

- Avant de débiter un nouveau cycle, le soufflage d'air comprimé assure une part importante de la purge.

Cette méthode représente une technique extrêmement moderne d'exploitation minière.

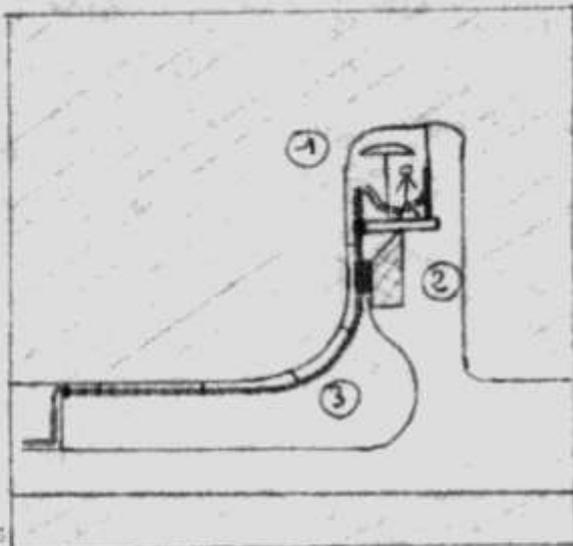
### Second cas. (Les deux niveaux sont déjà en place)

On peut évidemment utiliser une des méthodes précédentes, mais il est préférable d'exploiter l'installation des deux niveaux.

1) Percement descendant.

Un avant trou vertical d'un diamètre relativement important (jusqu'à 800mm) est foré au moyen d'une sondeuse entre les deux niveaux. Il permet après la foration et le tir de laisser descendre les roches abattues par gravité.

1) Foration.

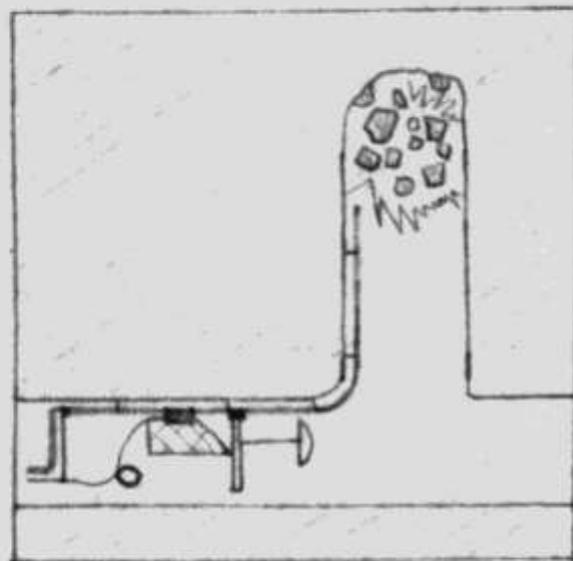


- 1 Plateforme de foration.
- 2 Cage pour le personnel.
- 3 Rail à crémaillère, servant de conduites d'air et d'eau.

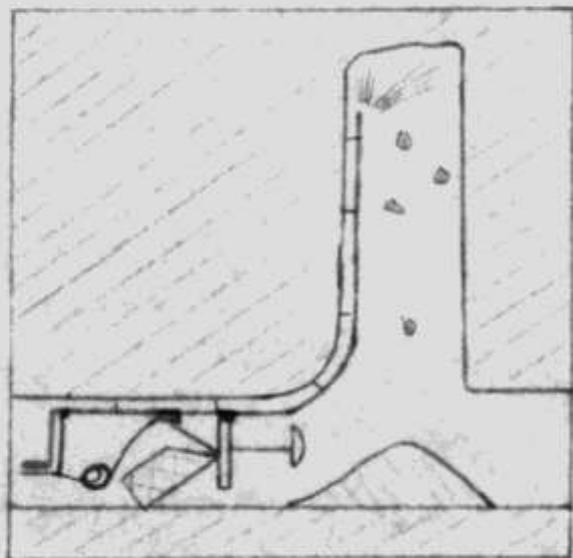
— flexible d'eau.

— flexible d'air.

2) Tir.



3) Préparation de la volée suivante.



ALIMAX METHOD

La foration de l'avant trou est une opération malheureusement onéreuse. De plus il est fréquent que les déblais obstruent la cheminée d'évacuation.

### 2) Méthode des longs-trous.

Cette méthode suédoise ne s'applique que pour de très bons terrains, non diaclasés.

Elle est expliquée page 56 .

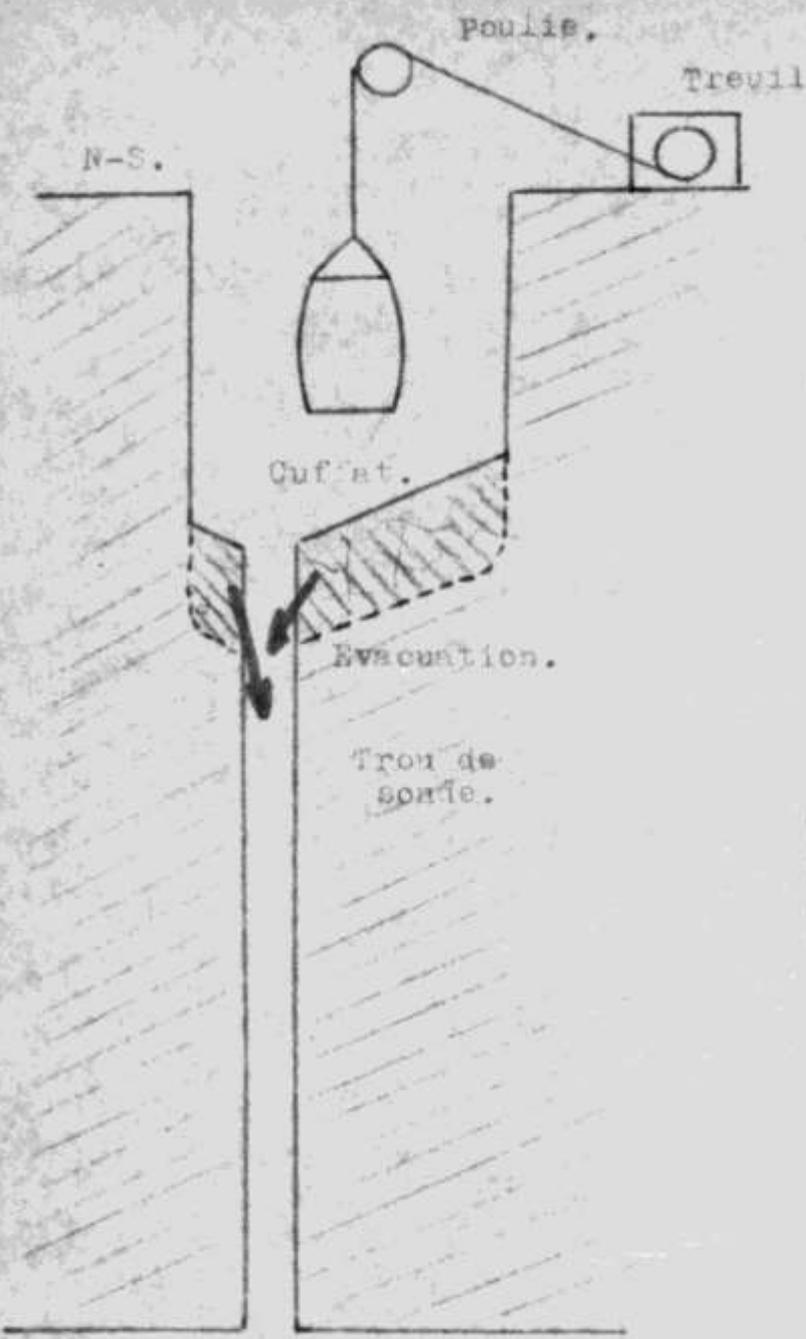
- foration descendante au schéma de tir, sur toute la longueur de la cheminée.
- introduction des explosifs au niveau supérieur
- dégagement de la cheminée par tir successifs.

### 3) Percement ascendant.

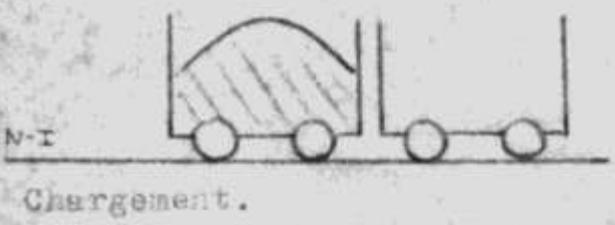
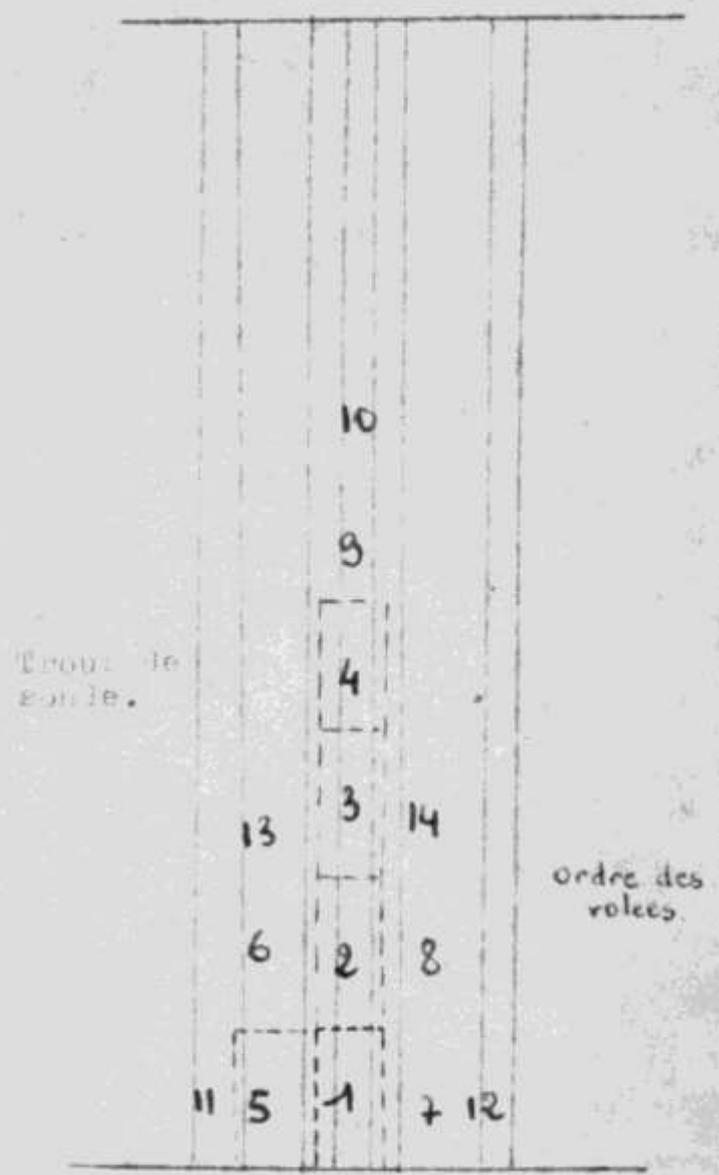
Un plancher plateforme est suspendu par un cable passant par un trou de sonde, à un treuil placé au niveau supérieur

La cage d'oiseau représente une amélioration de cette méthode élémentaire.

Nous allons maintenant développer particulièrement cette dernière technique.



Sourrage des mines.



Percement descendant d'une cheminée.



Méthode des longs-trous.

## Origine de la "Cage d'oiseau".

La cage d'oiseau, dont l'étymologie se passe de commentaires, aurait fait son apparition il y a une dizaine d'années aux mines de Zelligja (Maroc oriental).

Ce sont des cadres de cette mine qui ont introduit cette technique à Largentière. Seul, ce centre minier Français, bénéficierait à l'heure actuelle de l'implantation de cette méthode.

## Technique générale.

La cage d'oiseau est une plateforme munie d'un toit solidement grillagé, suspendue à un câble passant par un trou de sonde, qui permet pour le percement des cheminées:

- de hisser jusqu'au niveau de la foration le matériel et les mineurs, par l'intermédiaire d'un treuil et d'une poulie de renvoi installés au niveau supérieur.

- de leur servir de plancher pour la foration, en leur fournissant des prises d'air comprimé et d'eau.

- de les protéger des chutes de pierres et de blocs.

( On se reportera aux schémas des pages 58 et 59, ainsi qu'à la série de plans mise en annexe. n° 15012.0 )

Pour permettre le tir, la cage est désolidarisée du câble qui est remonté au niveau supérieur.

Elle est placée sur un chariot monté sur le roulage du travers-bancs et poussée en dehors de la portée des roches abattues.

Le chargement de ces déblais est accompli au moyen d'un pelle et d'un convoyeur ELMCO, dans des wagons de 6000l.

Nous allons étudier successivement:

- 1) Les travaux préparatoires nécessaires à la mise en oeuvre de la cage d'oiseau.
- 2) Le mode opératoire de la méthode.

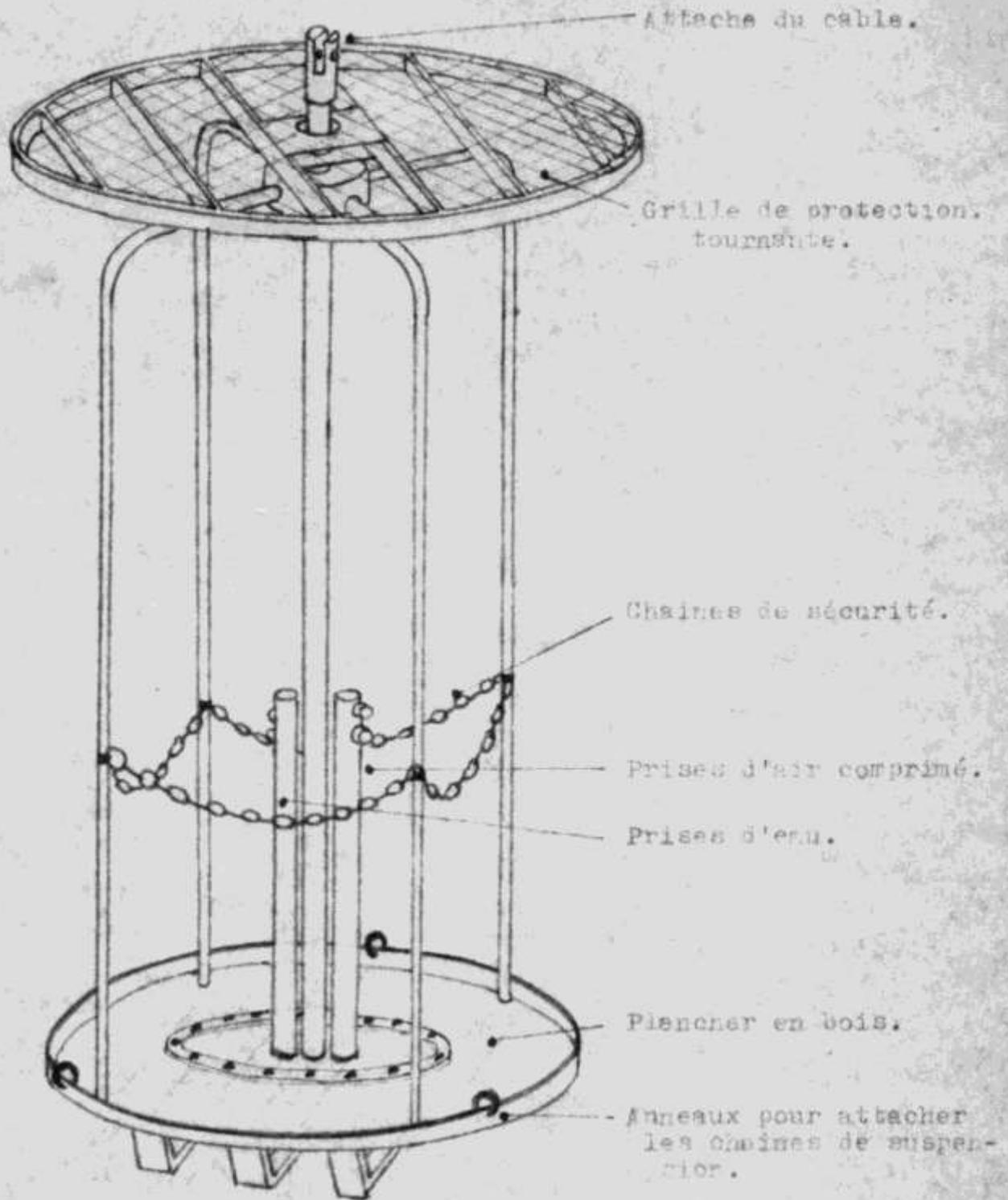
## Travaux préparatoires.

Les caractéristiques des trémies sont imposées par le chargement du minerai dans des wagons SNAV (6000 l) formés en convoi tracté par un trolley ALSTHOM.

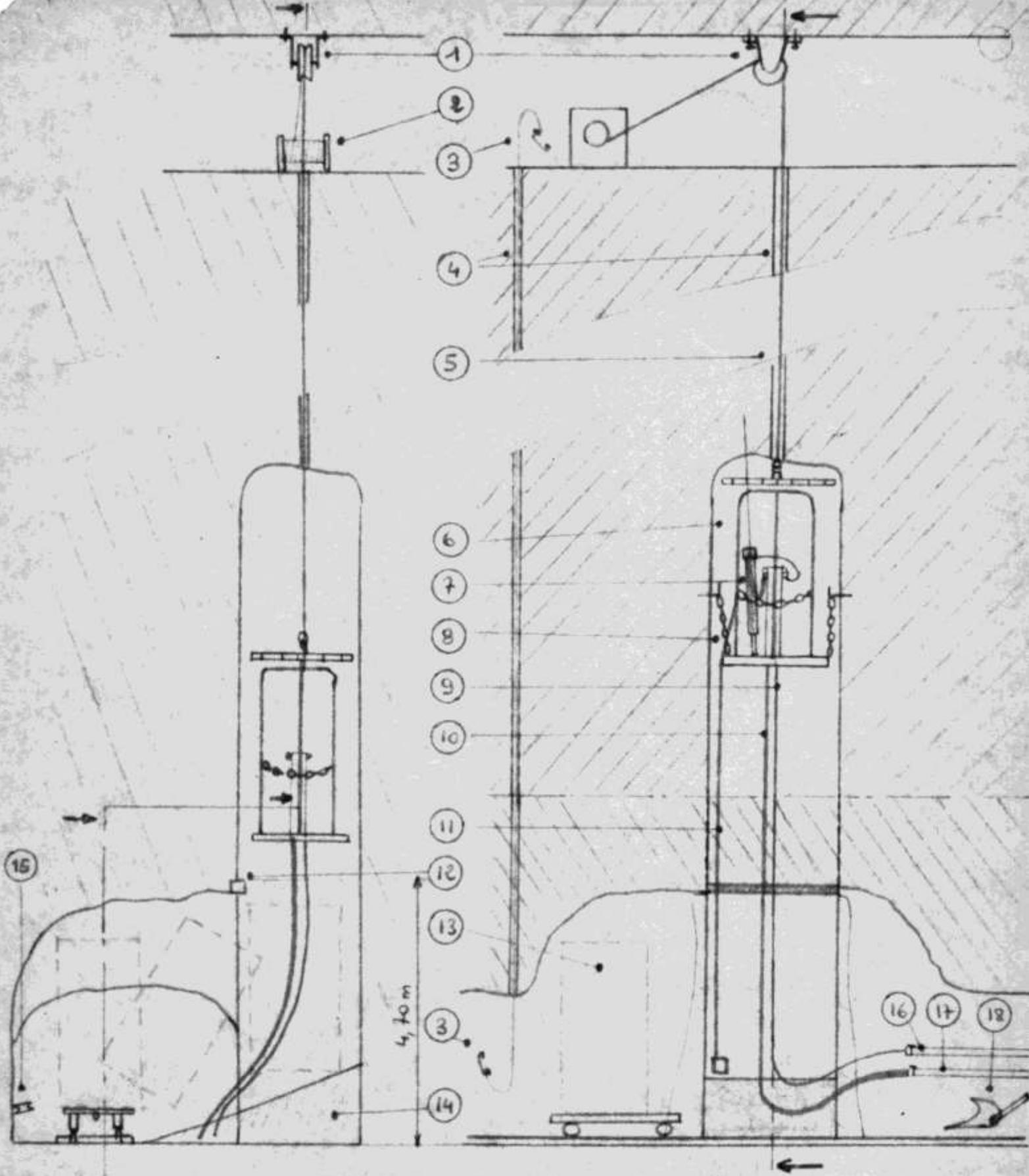
Le S.M.M.P. utilise les trémies MALMBERGET 1 x 2 m. dont les cotes générales sont les suivantes:

- Hauteur totale 4,70m.
- Entraxe vérine 2,38m.
- Largeur totale 2,70m.

( voir plan en annexe n° M69. )



Cage d'oiseau.  
Figure 1.



Coupe perpendiculaire  
à l'axe du T-B.

Coupes parallèles à l'axe du T-B.

Cage d'oiseau.  
Infrastructure du cbantier.

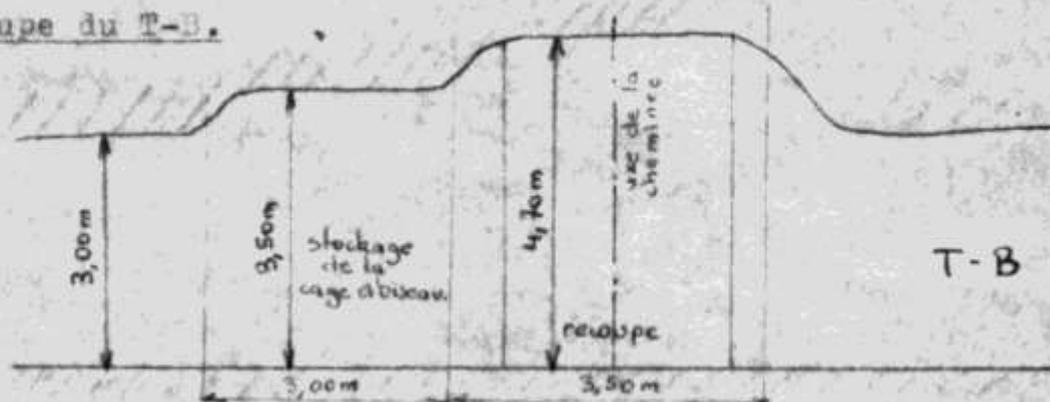
Légende.

- 1 Poulie de renvoi.
- 2 Treuil à air.
- 3 Généphone.
- 4 Trou de sonde.
- 5 Cable de suspension.
- 6 Cage d'oiseau.
- 7 Stoper.
- 8 Chaînes de suspension.
- 9 Flexible d'air.
- 10 Flexible d'eau.
- 11 Monte-charges.
- 12 Poutrelles H.
- 13 Emplacement de la cage pendant le tir, sur son chariot.
- 14 Plan incliné de déblais.
- 15 Poulie de manœuvre de la cage.
- 16 Tuyaux d'air.
- 17 Tuyaux d'eau.
- 18 Pelle BIMCO.

Pour pouvoir attaquer le percement de la cheminée qui aura 2,40m de diamètre, il faut au préalable réaliser certains travaux préparatoires:

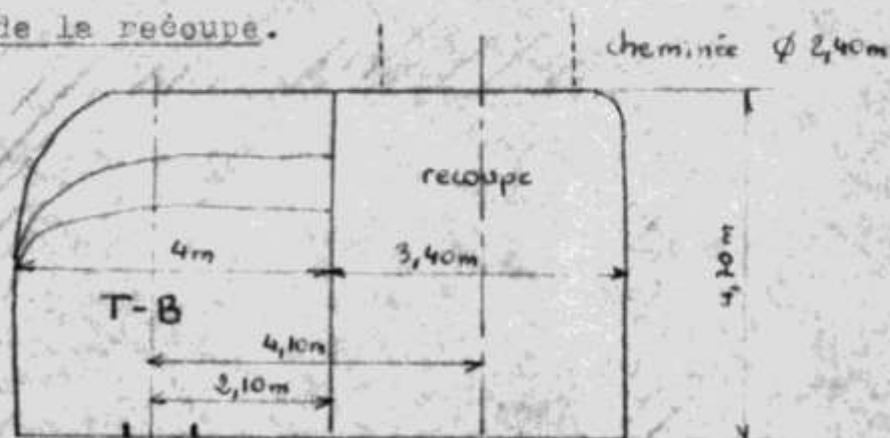
- Abattre le toit du travers-bancs pour permettre:
  - de mettre en place la cage oiseau et de préparer l'emplacement de la trémie Malinberget.
  - ( la hauteur du travers-bancs doit être de 4,70m. au niveau de la future cheminée, sur une longueur de 3,50m.)
  - de stocker la cage pendant le tir, verticalement sans être obligé de la décharger de son matériel.
  - ( la hauteur du travers-bancs doit être de 3,50m. sur une longueur de 3m. après la cheminée.)

Coupe du T-B.



- tracer une recoupe perpendiculaire au travers-bancs qui servira de base à la cheminée.
  - Largeur 3,10m.
  - Hauteur 4,70m.
  - Profondeur 3,40m.

Coupe de la recoupe.



- Forer au moyen d'une sondeuse BISON, un trou de sonde rigoureusement vertical, exactement dans l'axe de la cheminée et à partir de la recoupe ( $\varnothing$  102mm.).
- Forer un second trou de sonde à une dizaine de mètres du précédent, pour l'installation d'un généphone entre les niveaux inférieur et supérieur, s'il est impossible d'utili-

ser le réseau de chambres, cheminées et travers-bancs existant.

- Consolider la base de la cheminée: (bétonner les angles vifs de l'intersection de la recoupe et du travers-bancs en encastrant au toit, trois fers H de 150)

- Placer un canar d'aération dans la rigole en face de la cheminée et le bétonner, pour permettre l'évacuation des eaux malgré les déblais des tirs.

- Bétonner si cela est nécessaire l'orifice supérieur du trou de sonde, pour éviter le dégradation du terrain.

- Installer le treuil et la poulie au niveau supérieur.

- Fixer une poulie dans le parement du travers-bancs sur l'axe de la recoupe, pour permettre d'effectuer facilement les manutentions de la cage en la halant au moyen d'un câble fixé sur la pelle Finco.

- préparer le matériel (voir plus loin.)

- vérifier le matériel: câbles, chaînes, treuil, généphones etc...)

- Installer la cage.

#### Infrastructure du chantier.

##### (A) Inventaire du matériel nécessaire.

Désignation	Caractéristiques	Objet
1) <u>Matériel propre à la cage d'oiseau:</u>		
2 marteaux-perforateur	Stoper MONTABERT.	Foration.
2 fleurets.	l= 0,80m.	"
2 "	l= 1,60m.	"
2 "	l= 2,40m.	"
4 flexibles.	l= 2m. Ø 1,1/4 p.	{ air comprimé. eau. graissage.
2 atomiseurs d'huile.		
1 marteau.		
3 chaînes.	l= 2m. Ø 12mm.	Suspension cage.
3 pitons.	l= 0,70m. Ø 30.	"
2 pinces.	l= 1m.	purge.
1 poulie.		
1 monte-charges.	(sac et cordelette)	Monter explosifs
1 ligne de tir.		
2 bourroirs.	l= 2m.	
1 câble	{ fixé au bas de la cage. { muni d'une boucle.	Halage de la cage.

Désignation	Caractéristiques	Objet
1 flexible	fixé sous la cage. Ø 2 pouces.	air comprimé.
1 flexible	fixé sous la cage. Ø 1,1/4 p.	eau.
<b>2) Niveau inférieur.</b>		
1 poulie	{ fixés dans parement du T-B. (axe de la cheminée)	{ manutention de la cage.
1 coin		
1 chariot-plateforme		{ stockage de la cage.
1 pelle	EIMCO 24	déblaiement.
1 convoyeur	"	"
1 wagon	SNAV 60001.	"
1 locotracteur	MIHOUD	"
Pics - Pelles.		"
1 souffleur d'air.		nettoyage cage
1 échelle	l = 3,50m.	{ désolidarisation de la cage.
1 coffre à poudre. Tuyaux air et eau.		
<b>3) Niveau supérieur.</b>		
1 poulie de renvoi	fixé au toit	{ descente de la cage.
1 treuil à air.	SAMIA	
<b>4) Communications.</b>		
2 téléphones et une ligne.		

### ⓑ Personnel.

Le personnel occupé au percement de la cheminée est le suivant:

- 2 mineurs (foration - tir - chargement)
- 1 treuilliste au niveau supérieur.
- 1 téléphoniste au niveau inférieur.

Les communications entre les mineurs et le téléphoniste se font de vive voix, tant que la hauteur de la cheminée le permet. Il est donc prudent de constituer une équipe homogène de gens parlant la même première langue.

Un code de manœuvre est établi au moyen du sifflement du téléphone:

- 1 coup Arrêt.
- 2 coups Montée.
- 3 coups Descente.

## Mode opératoire. (Analyse d'un cycle)

### - Déblayer.

Il est inutile de déblayer toute la recoupe après chaque tir.

En effet, lors du premier tir on constitue un plan incliné de déblais comme indiqué ci-dessous. (fig.1)

Les déblais des tirs suivants se présentent alors comme à la figure 2.



Ils sont chargés par la pelle ELMCO qui se déplace sur le roulage au travers-bancs.

( Il est nécessaire de faire glisser ces déblais au moyen de pics, pour les amener à portée du godet de la pelle.)

### - Préparer la cage.

- Nettoyer le blancher au moyen du souffleur d'air.
- Graisser les atomiseurs d'huile.
- Charger le matériel pouvant manquer.

(voir inventaire du matériel page 62)

- Amener le chariot en face de la cheminée.
- Descendre le câble par le trou de sande.
- Accrocher le câble à la cage.

(il est nécessaire de monter sur le toit de la cage au moyen de l'échelle prévue à cet effet, pour réaliser cette opération.)

- Tendre le câble et placer la cage en position dans la cheminée.

( il est nécessaire que les mineurs retiennent la cage pendant l'opération de basculement pour éviter de la voir porter trop brusquement sur le câble; schéma page 59 )

- Brancher les flexibles d'air et d'eau sous la cage.
- Monter la cage et les mineurs au maximum.
- Purger les parements et le toit.
- Forer trois trous horizontaux dans les parements pour fixer les pitons et les chaînes sur lesquels repose la cage pendant la foration.

( cette opération est réalisée au moyen d'un stoper reposant horizontalement sur les chaînes de sécurité.

- Accrocher les chaînes de suspension en double.
- Descendre légèrement la cage de manière à tendre ces chaînes et à mouler le câble.

- Forer à 2,40m.

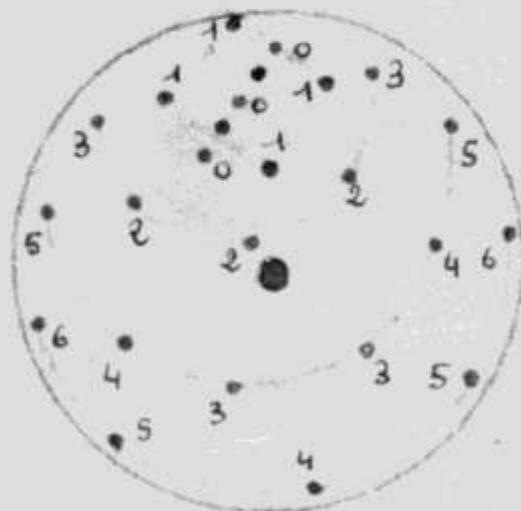
Le plan de tir a pour base un bouchon canadien foré contre le parement. En effet il est préférable de ne pas utiliser le trou de sonde comme trou de dégagement, pour éviter de le boucher.

La foration est faite à 2,40m. en trois temps:

- Amorcer avec un fleuret de 0,80m.
- Approfondir avec un fleuret de 1,60m.
- Approfondir avec un fleuret de 2,40m.

Compte tenu de l'épaisseur de la grille de protection et de l'attelage de la cage, la profondeur des trous de mine est au maximum de 2,00m.

Le schéma de tir type est le suivant:



- Bourrer les mines.

- Lier les marqueaux et les fleurets à la poutre centrale de la cage.
- Monter les amorces et les explosifs au moyen du monte-charges.
- Monter légèrement la cage.
- Dédoubler les chaînes de suspension.
- Descendre la cage pour obtenir la tension des chaînes. ( On ménage ainsi un espace de 1,20m. entre le front et la cage pour permettre aux mineurs, assis sur la grille de sécurité, de bourrer facilement.)
- Bourrer.
- Descendre deux fils de cuivre pour former une ligne de tir

- Stocker la cage.

- Monter légèrement la cage.
- Décrocher les chaînes de sécurité.
- Descendre la cage jusqu'au niveau inférieur.
- Débrancher les flexibles d'air et d'eau de sous la cage.
- Fixer le câble à la pelle LIMCO et le faire passer dans la gorge de la poulie.
- Descendre la cage et simultanément reculer la pelle pour placer la cage sur son chariot.

- Stocker la cage à l'abri des effets du tir, à l'emplacement réservé à cet effet.
- Rouler et ranger le câble et les flexibles.

- Tir.

- Relier les fils de cuivre à la ligne de tir.
- Tirer.
- Souffler de l'air comprimé dans le trou de sonde à partir du niveau supérieur pour déboucher immédiatement ce trou de sonde si besoin est.

Consignes de sécurité.

Les phases les plus dangereuses du cycle sont les suivantes:

- Purge.
- Foration.

1) Pendant la purge et pendant l'ensemble du cycle, il faut limiter au maximum la circulation du personnel au niveau de la cheminée.

Deux cordes peuvent être tendues à cet effet dans le travers-bancs, de part et d'autre de la recoupe.

2) La foration doit toujours se faire sous la grille de protection.

3) Pendant la foration, les mineurs doivent se trouver sur un même diamètre de la cage.

Cette précaution permet en cas de chute de blocs importants, de limiter les risques d'accidents. D'autre part, en maintenant la plus grande distance possible entre les mineurs, on évite qu'un bloc dangereux soit soumis en même temps à l'attaque des deux marteaux.

4) Lorsqu'un mineur amorce une mine, l'autre doit cesser la foration pour permettre d'augmenter la visibilité, à un moment où il est fréquent de voir de petits blocs se détacher du front.

5) Le téléphoniste doit toujours rester à portée de voix des mineurs.

6) Le treuiliste doit toujours rester à portée de la sonnerie du téléphone.

## Améliorations possibles.

### - Stockage de la cage pendant le tir.

L'opération qui mériterait la principale amélioration est le stockage de la cage pendant le tir.

En effet la méthode appliquée conduit à certaines manœuvres délicates ou dangereuses.

#### 1) Mise en place de la cage.

\* Le câble fait un angle vif au contact des poutrelles cimentées à la base de la cheminée, lorsque l'on commence à hisser la cage.

\* Pendant le basculement, la cage porte brutalement sur le câble d'une hauteur d'environ 0.40m.

#### 2) Sortie de la cage, hors de la cheminée.

L'opération qui consiste à placer la cage sur son chariot est difficile à réaliser, car il faut simultanément:

- descendre la cage (au moyen du treuil commandé par l'intermédiaire du généphone.)
- la hisser au moyen de la pelle ELMCO.

Le synchronisme de ces manœuvres relativement précises est difficile à obtenir en employant un relais téléphonique pour les commandes.

Il faut donc que la cage ne se déplace que parallèlement à son axe, sans basculement, pour simplifier les manœuvres et surtout, préserver le câble.

Comme il est impossible d'amener le chariot directement sous la cheminée, il faut prévoir logiquement de suspendre la cage à un pont roulant au lieu de la déposer sur une plateforme.

La cage ne serait plus alors stockée sur la voie, mais dans une recoube qui serait aménagée en face de celle qui sert de base à la cheminée.

( voir schéma page 69 )

Le principe étant énoncé, un technicien pourrait rapidement mettre au point le matériel nécessaire.

Cette modification a pour principaux avantages:

- de permettre une grande maniabilité de la cage,
- de libérer le roulage du travers-bancs,
- d'augmenter la sécurité et la rationalisation du travail.

### - Améliorations diverses.

#### Chargement des déblais.

Un barrage amovible pourrait être posé avant chaque tir au milieu du travers-bancs pour canaliser les déblais

et pour faciliter le chargement.

En effet le godet de la pelle KIMCO pousse les débris sans pouvoir les charger s'il ne prend pas appui sur un obstacle. De ce fait il est impossible d'obtenir un roulage propre, et surtout, la rigole se trouve obstruée.

Quelques madriers s'encastrant dans un support adéquat pourraient résoudre le problème. (voir page 70)

#### Utilisation de la cage.

- Souder des barreaux le long d'une poutre de la cage pour former une échelle permettant aux mineurs de monter facilement sur la grille de protection: voir page 21.

- pour accrocher l'attelage et le décrocher.
- pour accrocher la cage au pont roulant et la décrocher, si cette solution est adoptée.
- pour bourrer les mines.

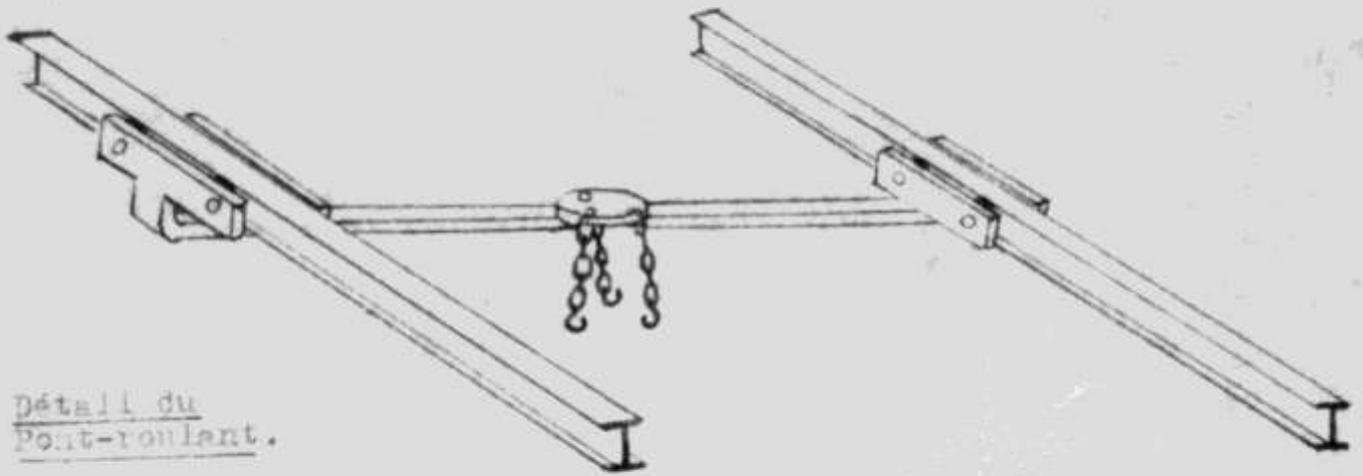
- Souder des crochets sur la poutre centrale de la cage pour permettre de suspendre le matériel et les outils.

- Relier les mineurs au téléphoniste par un téléphone, pour les cheminées importantes.

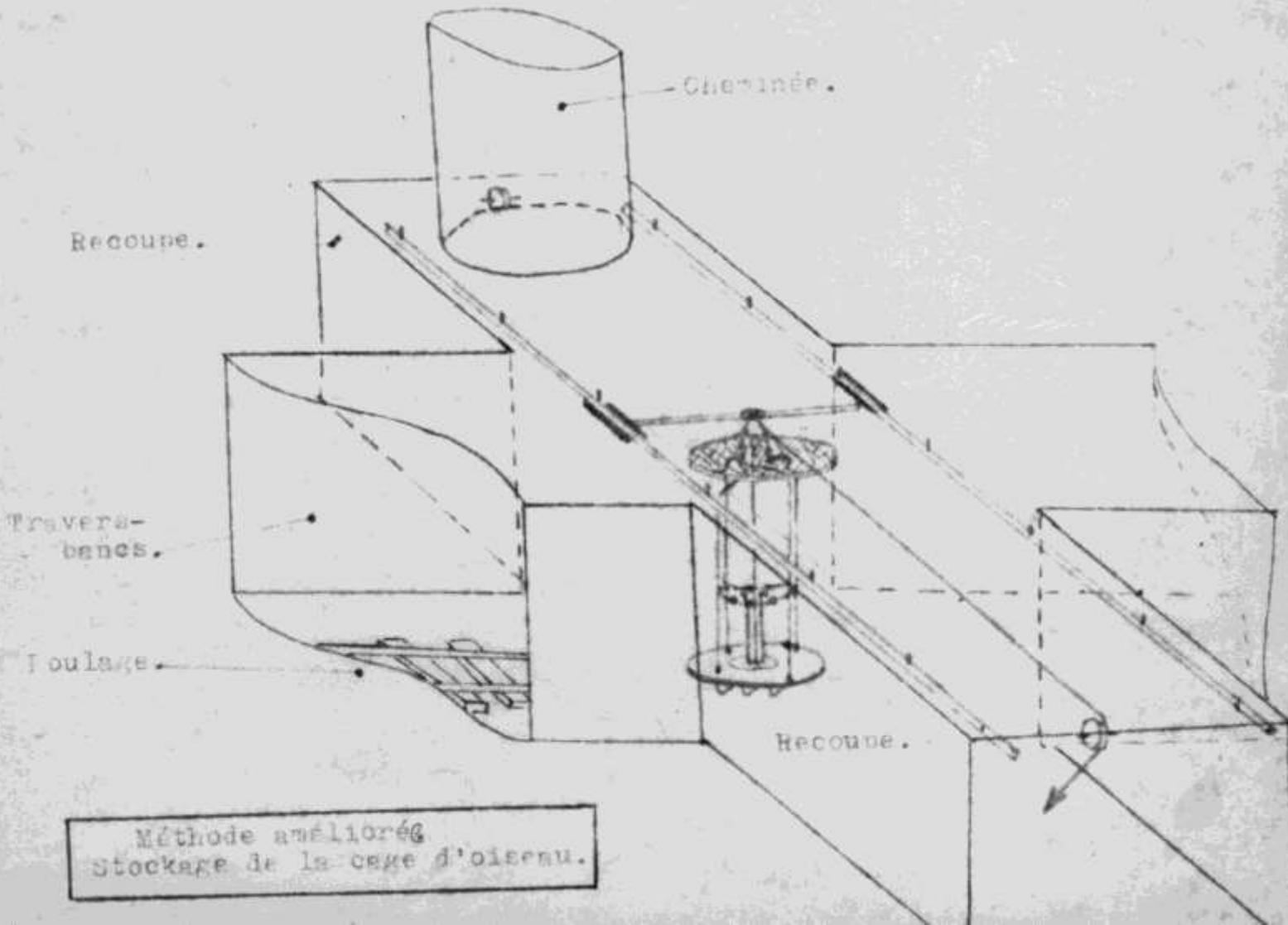
#### Sécurité.

- Protéger les mains des mineurs des chutes de pierres par d'épaisses mouffles en cuir fixées après les poignées de commande et de maintien des stopers. (voir page 71).

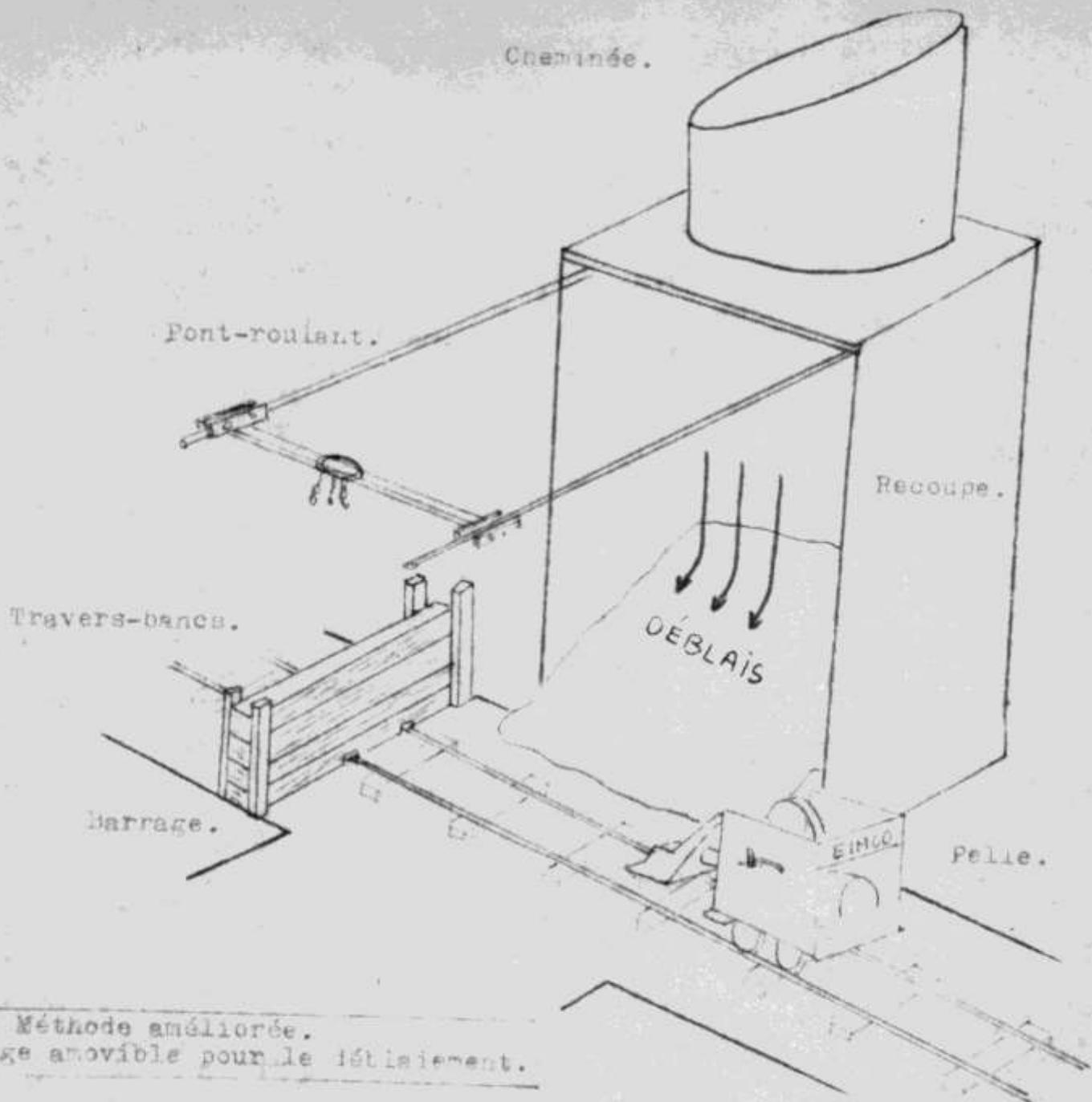
---



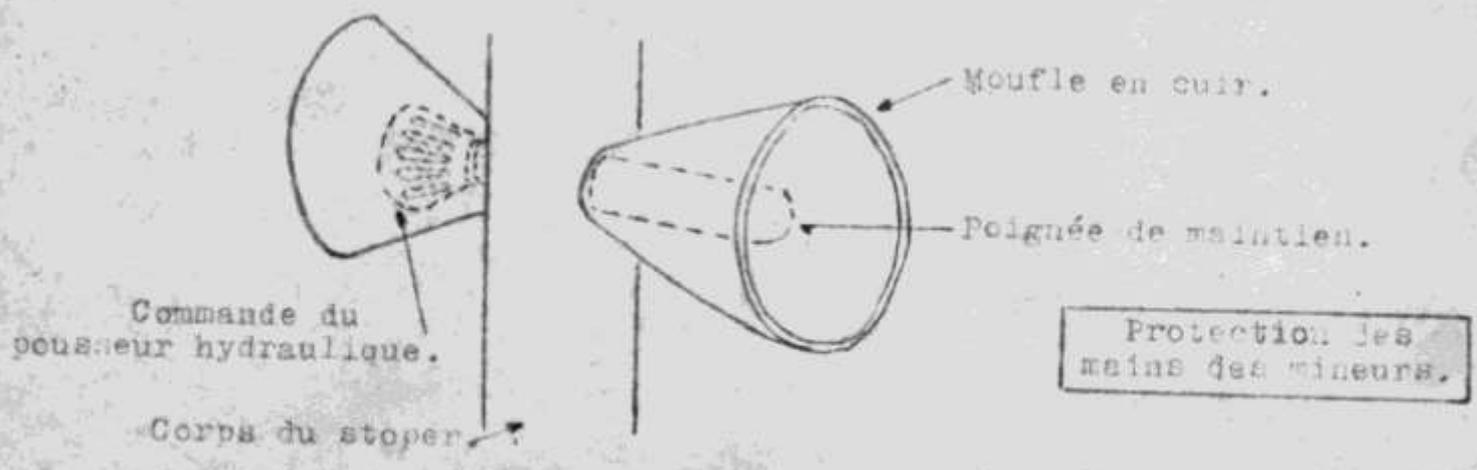
Détail du  
Pont-roulant.



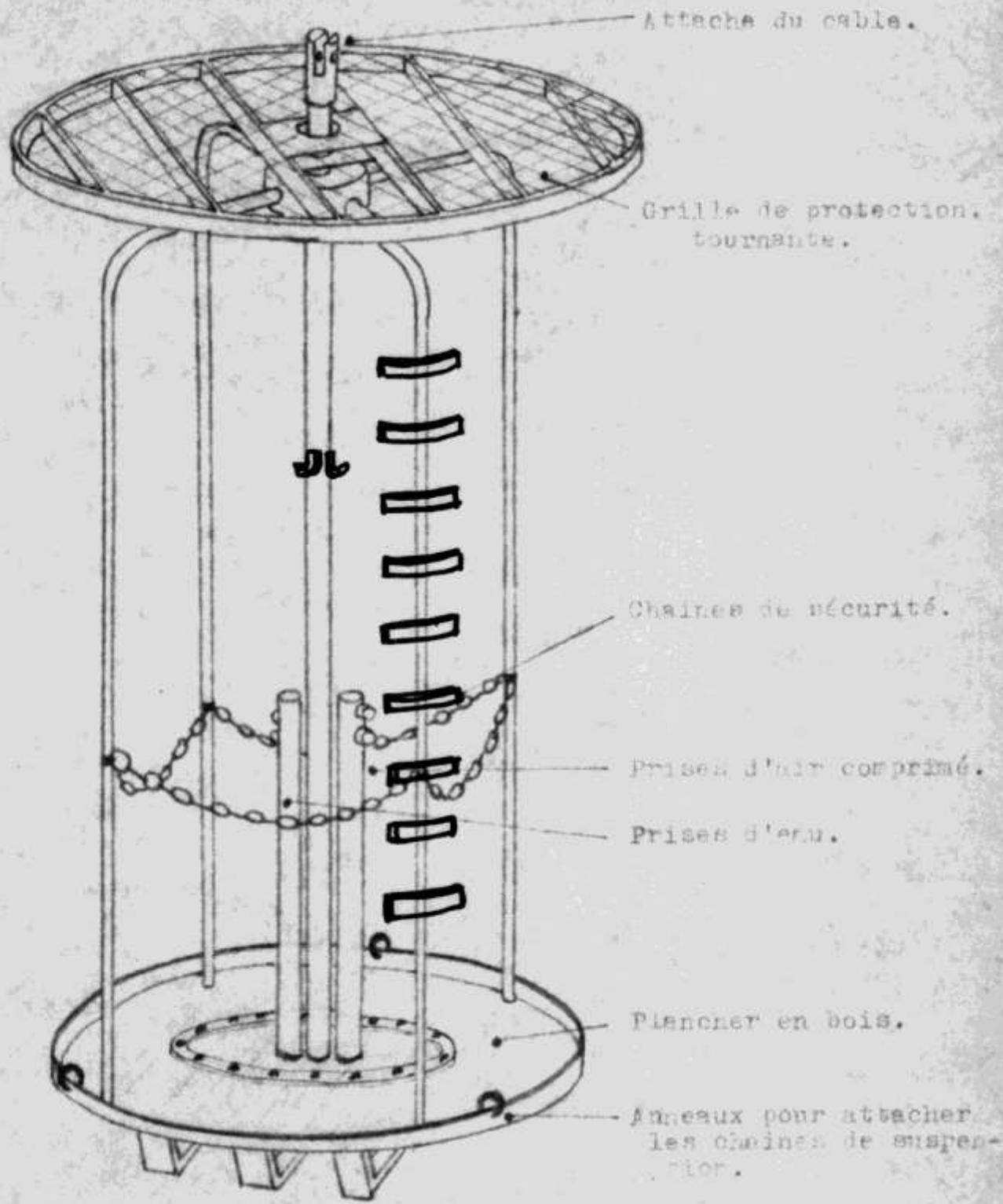
Méthode améliorée  
Stockage de la cage d'oiseau.



Méthode améliorée.  
Barrage amovible pour le rétablissement.



Protection des mains des mineurs.



Cage d'oiseau.  
Figure 1.

Conditions générales de l'exploitation.

Zones d'exploitation.

Le gisement de Largentière connaît actuellement trois zones d'exploitation.

Ce sont: Montredon - Chassiers - Le Roubreau.

Les cadres affectés à ces différents secteurs se répartissent de la manière suivante:

Ingénieur Travaux du fond	[	Ingénieur	Maitre-Mineur (Montredon)
		Exploitation	
	]	Ingénieur	Maitre-Mineur (Chassiers)
		Exploitation [ Maitre-Mineur (Le Roubreau)	

Tout ce qui va suivre se rapporte uniquement à Montredon où l'auteur de ce rapport a effectué son stage.

Objectif n°1: Prix de revient.

L'objectif général de l'exploitant est de produire un maximum de minerai avec un prix de revient minimum.

Contrairement à ce que l'on rencontre par exemple dans les houillères, la productivité passe donc avant le rendement, bien que les deux soient évidemment recherchés.

En effet, dans le cas d'une société privée, il n'est pas question qu'un déficit éventuel puisse être comblé par une quelconque caisse noire gouvernementale !

7 ( Cet état d'esprit et cet état de fait conduisent à chercher à rendre rentable immédiatement les capitaux investis, ce qui contrarie tout plan de production de longue durée.

Suivant les conditions de terrain, le minerai le plus intéressant sera exploité dans l'instant présent: minerai à haute teneur, minerai accessible sans déblaiement d'une trop grande masse de stériles.

Le terrain.

Nous avons déjà dit que le réseau de failles et de cassures extrêmement serré qui affecte le gisement rend problématique toute généralisation des résultats d'un sondage ou de l'aspect local d'une couche.

La continuité même de la minéralisation est soumise à de sévères fluctuations

Le terrain est donc aussi un facteur qui rend l'exploitation plus opportuniste que planifiée.

### Organisation théorique d'un chantier.

Il faut évidemment que le personnel et le matériel d'un chantier soient utilisés avec le plus grand profit.

Supposons que dans un chantier,  $x$  chambres sont perforées à chaque poste ( $x/2$  équipes de mineurs.) (A)

Il faut alors que  $x$  chambres soient aussi déblayées pendant le même poste. (B).

Ainsi pour le poste suivant, les mineurs trouveront les chambres B prêtes à la foration tandis que les chambres A pourront être déblayées, et ainsi de suite.

Pour obtenir une organisation la plus parfaite possible, il faut donc adapter trois nombres:

- le nombre d'équipes de mineurs par poste.
- le nombre d'engins de déblaiement et leur nature.
- le nombre de chambres exploitées dans le chantier.

Généralement, pour résoudre ce problème à trois inconnues on commencera par déterminer le nombre de chambres que l'on va exploiter simultanément, suivant la richesse prévisible du panneau et les impératifs de la production.

On peut ainsi en déduire en fonction de normes précédemment établies et suivant l'implantation des lieux:

- le nombre d'équipes de mineurs (2 volées par équipe et par poste en moyenne).
- le nombre d'engins et leur répartition ( Scoops seuls - 1 scoop et 1 camion - 1 scoop ex 2 camions... )

Ainsi est atteinte la plus haute productivité hommes et machines possible.

Malheureusement cette organisation théorique se voit perturbée par des impondérables:

- absentéisme.
- pannes, accidents ou révision des engins.
- irrégularité du panneau.

### Travail des exploitants.

Etant donné ce qui vient d'être dit, le travail de l'exploitant apparaît comme extrêmement complexe.

Il consiste à bâtir une organisation et à l'adapter ensuite chaque jour aux événements, vu la faible étendue des panneaux minéralisés avec homogénéité.

Le commandement et l'exploitation sont donc plus des questions d'opportunisme que de prévisions à long terme.

Ce fait, ainsi que l'importance relativement faible de la mine dans l'espace, contribuent à décaler légèrement la traditionnelle hiérarchie minière:

- Si l'ingénieur est encore celui qui organise les travaux à long terme, il effectue en fait un travail de maître-mineur.

En effet, étant donnée l'extrême vitesse avec laquelle l'aspect du gisement varie, l'ingénieur accomplit chaque jour une tournée complète dans tous les chantiers, pour pouvoir, au jour le jour, modifier son planning d'exploitation. Il est donc amené à prendre sur place les mesures immédiates qui lui sont suggérées par cette visite.

- Le Maître-Mineur visite lui aussi tous les chantiers. Son principal but est de préparer ainsi le travail du poste suivant.

Toutes les décisions importantes, qui sont prises dans les chantiers au cours du poste 1, sont de son ressort: en moins de 15 minutes il peut se déplacer d'un bout à l'autre de la mine et sera appelé dès qu'un problème se pose quelque part.

- Le travail des porions de quartier se résume ainsi à une simple surveillance:

- Surveillance du quartier.
- Distribution de la poudre et des amorces.
- Rédaction des bulletins de paie des ouvriers.
- Rapport écrit des activités du poste.

En aucun cas un porion du poste 1 sera en relation avec son collègue du poste 2. Les porions sont d'ailleurs des anciens ouvriers qui ont été choisis parmi les meilleurs: certains possèdent la catégorie 2 Agent de maîtrise, mais d'autres sont encore titulaires de la catégorie 6 Ouvrier.

### Travail du maître mineur.

Vu le déroulement de mon stage, je me suis évidemment intéressé particulièrement au travail du maître mineur!

Nous allons résumer ce qu'est pour lui un poste de travail.

#### Poste de travail.

- Arrivée à la mine à 6h 15.
- Etude des rapports des porions du poste de nuit.
- Préparation des ordres à donner aux porions du poste 1
- Donner des ordres sommaires aux porions pour le début du poste.
- Descente à 7h. (début du poste 1)
- visiter tous les quartiers.
  - Surveiller les chantiers afin d'en connaître l'aspect de la minéralisation et de la stratigraphie
  - Donner les ordres définitifs aux porions pour le poste.
- Remonter au jour à 12h 30.
- Arrivée à la mine à 14h 30.
- Rapport des porions du poste 1.

- préparation des ordres pour les porions du poste 2.
  - Rédiger à leur intention des feuilles d'ordres.
- ( voir à titre d'exemple page 16 , les feuilles d'ordre de la journée du 23 janvier 1967 )
- 15h 30. Donner les ordres aux porions du poste 2 (ordre écrits et oraux.)
- 18h Fin de la journée de travail.

### Connaissances nécessaires.

Pour réussir pleinement, le maître-mineur doit posséder

- des qualités intrinsèques de chef et en particulier une conscience professionnelle et un dévouement exceptionnels.

- des connaissances techniques et humaines.

1) Nous savons ce que doivent être les qualités intrinsèques d'un chef. Rappelons les néanmoins:

- qualités physiques: santé - vigueur - adresse.
- qualités intellectuelles: Aptitude à comprendre, à apprendre, à juger - vigueur et souplesse intellectuelles.
- qualités morales: Energie - Fermeté - Courage des responsabilités - Initiatives - dévouement - tact - dignité.

2) Précisons quelles sont les connaissances techniques et humaines qu'il doit acquérir, en prenant le cas d'un maître-mineur débutant à Largentière.

- Techniques minières générales.
- Connaissance de la mine de Largentière:

- Historique.
- Stratigraphie et tectonique de la région.
- Situation et caractéristiques des dépôts minéralisés.

- méthode d'exploitation.
- infrastructure de la mine.
- matériel disponible, circuits administratifs.

- Expérience de la mine.

( Le maître-mineur doit donner les ordres les meilleurs avec la plus grande rapidité. Une grande expérience des problèmes possibles lui est nécessaire pour pouvoir assimiler toute nouvelle difficulté à la solution donnée à un autre problème.)

- Connaissance des ouvriers.

( Le maître-mineur doit connaître les ouvriers qu'il commande. Cette connaissance s'acquiert par des qualités psychologiques naturelles mais aussi par une étude sérieuse de chaque cas particulier:

- situation de famille de l'ouvrier.
- Nationalité - Provenance.
- Travaux précédemment effectués.
- Catégorie - Connaissances techniques.
- Domicile - Moyen de locomotion ....

T-B Sud: Puge toit et parements. Déblayage et tir.  
Si vous avez besoin de rails, les prendre au T.B. N.

Panneau E1  
C Sud: Puge, déblayage et tir (avec Scoop du panneau B et 2 camions).

Bien racler et faire des mines de relevage pour que l'eau s'évacue.

IMPÉRATIF Déblayage de la chambre D Sud

Dès que ces fronts sont déblayés, renvoyer à plein camion et scoop au panneau B

E Nord Pendant que le scoop déblaye la C Sud forer dans la E Nord (j'ai marqué "Arrêt" mais forez quand même)

7 Est Pendant que vous déblayez la C Sud mettre un petit scoop à déblayer la 7 Est.

Puge et Tir de la 7 Est

Pendant le déblayage de la 7 Est mettre les mineurs à forer dans la jolie chambre minéralisée E sur 3 ou 4.

(Si Peroniquet y a tiré ne pas déblayer cette chambre = il faut garder ce joli minerai pour la visite de demain matin)

NE RIEN VERSER DANS EJ2. (Vider le minerai dans EJ3: il faut laisser EJ2 vide car des modifications sont effectuées dans cette trémie.)

Déblayage des chantiers autour de EJ2 après le déblayage de la 7 Est.

Nettoyage des pistes de tout le panneau:  
(visite importante demain matin)

Il faut que tous les chantiers soient en  
ordre et  
{ Attention aux fuites  
{ Ramasser tout ce qui traîne.

Panneau E2

Propreté des chantiers.

Desenderie 2 Bis: Purge, pumpage, déblayage et tir

Si le toit est mauvais: boulonnage.

Par les rouleurs, en fin de poste, faire ramener  
au puits tout le matériel qui se trouve à l'entrée  
du tracage (plaques, boulons, résine... etc...)

Après le déblayage de la 2 Bis, nettoyage  
des pistes.

Important: Déblayage du minerai directement  
en wagons.

Après le tir à la 2 Bis forer une  
ou 2 chambres à la Op  
de la propreté partout.

UTILISER LA POUDRE EN VRAC PRES DE L'ALBRAQUE

(Suspendre correctement les penaflex dans tous les  
chantiers -  
Evacuation du matériel ne servant pas vers le  
puits -)

Prière de ne pas punier les penaflex d'eau.

Panneau B

En début de poste 2 camions et 1 coop au panneau E.

Si vous avez un 3<sup>ème</sup> camion = souitez vous AJ6.

Dès que les engins arriveront déblayage des chantiers 5 et 6 Bis.

Puige de ces chantiers

Ensuite, déblayage de la 7.

Nettoyer les entrées des chambres 5 7 et 9.

(Faire faire la piste du roulage camions par les deux puiseurs entre la descente et la sortie des entrées)

Rangement du matériel = Il y en a qui traîne encore

Rangement du matériel de la chambre 3

Miner la B 8 à partir de la 9 puis abattage du toit de la 9

Puige des chantiers par les mineurs.

Mettre les deux autres mineurs au gainissage des cadres

Poser un 4<sup>o</sup> cadre dans la 4 Bis.

Poussarder ces cadres (3 poussards par cadre)

Il doit s'adapter aux caractéristiques de la main d'oeuvre locale: A Montredon la société a embauché un homme parlant couramment l'Arabe.)

- Connaissance de l'esprit de l'Entreprise.

( Il faut acquérir l'"Esprit PENARROYA pour ne pas contrarier l'esprit général du commandement.

Peñarroya a travaillé principalement avec de la main d'oeuvre indigène dans d'anciennes colonies ou à l'étranger. Cet état de fait crée un climat de travail particulier même à Largentière où de nombreux cadres et de nombreux ouvriers proviennent justement de l'étranger.

D'autre part la ligne directrice de l'exploitation imposée par la Direction Générale peut contrarier des habitudes personnelles de travail. Il faut donc s'adapter.

### Intégration d'un stagiaire.

Etant donné ce qui vient d'être dit, un stagiaire se heurte à de nombreuses difficultés pour effectuer un travail de commandement important dans la Société, au bout de deux mois de présence.

Son intégration au sein de l'Entreprise est loin de se faire naturellement:

- l'Entreprise hésite à confier des responsabilités importantes à un stagiaire, vu sa faible expérience.

- le stagiaire lui même doit vaincre de nombreux obstacles.

Personnellement, je n'ai pas eu à trop forcer la main à l'Entreprise pour qu'elle me confie certains travaux.

J'ai donc été favorisé sur ce point.

Ce sont donc des difficultés personnelles qui ont rendu mon intégration difficile. Mais tout l'intérêt d'un travail réside justement dans les difficultés que l'on éprouve à l'accomplir.

#### 1) Qualités intrinsèques de chef.

J'ai eu l'occasion de me rendre compte que certains traits de mon caractère devaient être atténués pour que je puisse réunir pleinement dans un travail de commandement.

Ceci est une affaire personnelle.

#### 2) Connaissances techniques.

Evidemment, la pauvreté de mes connaissances techniques a été le plus gros obstacle que j'ai pu rencontrer.

S'il ne m'a pas été trop pénible de "photographier" rapidement l'ensemble des chantiers et de connaître la mine dans ses généralités (voir le premier chapitre de ce rapport), l'expérience minière m'a toujours fait défaut.

J'en ai conclu, que parallèlement à l'Enseignement que je vais recevoir à l'Ecole, je devais sans plus tarder

m'intéresser à tous les documents relatifs à l'exploitation minière que je pouvais rencontrer:

- brochures techniques des sociétés fabriquant le matériel minier.
- revues techniques minières et de travaux publics.
- rapport de gestion des grandes sociétés minières.

### 3) Connaissance des ouvriers.

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, la connaissance des ouvriers s'est faite rapidement: le secteur de Montredon emploie 110 ouvriers à l'heure actuelle.

Il faut dire que le climat du midi favorise extrêmement les contacts.

La seule précaution à prendre, se résume finalement à ne pas laisser son autorité s'effriter devant une bouteille de pastis.

Ce fait n'est absolument <sup>pas</sup> négligeable: de nombreux ouvriers sont jeunes, Largentière est une petite ville de 2000 habitants et les communications pour s'en évader sont inexistantes. Il est donc rare de faire un pas sans rencontrer une personne connue, de sympathiser rapidement et de partager avec elle certaines occupations extra-professionnelles.

Il faut donc que la camaraderie qui peut se créer en dehors de la société, ne contrarie pas l'efficacité du commandement au sein de celle-ci.

### 4) Connaissance de l'esprit Penarroya.

La connaissance de l'esprit de l'Entreprise est aussi difficile à obtenir qu'à analyser.

C'est à travers les aspirations et le commandement des supérieurs qu'il apparaît: l'esprit de l'Entreprise est conditionné par:

- l'objectif à atteindre: le plus gros bénéfice possible.
- le passé minier des cadres (Anciens Coloniaux)
- l'ambiance méridionale de la mine.
- la situation économique du Zinc et du Plomb.

Je n'ai aucune expérience financière, je n'ai jamais été à la colonie et le n'ai jamais séjourné dans le midi. Chaque jour de mon stage m'a conduit à de nouvelles découvertes et j'en ai encore certainement beaucoup à faire.

---

## Bilan de stage

Comme pour tous les autres stages, les découvertes que m'a permis d'effectuer la Société Minière et Métallurgique de Penarroya aux mines de Largentière, sont de deux ordres:

### - Sur le plan technique:

Un premier contact avec une nouvelle catégorie d'exploitation minière est toujours extrêmement riche.

L'enseignement technique qui m'a été dispensé à Largentière peut se résumer ainsi en de grandes lignes:

- technique et application d'une exploitation par chambres et piliers dans une mine métallique.
- organisation du déblaiement par Mining-Scoops et camions Wagner.
- percement des cheminées (cage d'oiseau).
- installation d'une trémie: coffrage, bétonnage
- bouchon de tir Corromant-Cut.
- boulonnage à la résine.
- sondages souterrains.
- minerais de plomb et de zinc.
- étude géologique d'un secteur minéralisé.
- traitement d'un minerai par flottation différentielle.

### - Sur le plan personnel:

Ce qui résulte de mon stage sur le plan personnel n'est guère analysable en quelques lignes.

Je peux quand même dire que Largentière m'aura permis de faire des comparaisons extrêmement intéressantes et formatrices.

Comparaisons entre:

- une entreprise privée et une entreprise nationalisée.
- gens du Nord et méridionaux...
- grande et petite mine, au point de vue personnel employé.
- charbonnages et mines métalliques.

Le stage que j'ai effectué à Largentière marque pour moi, d'autre part, la fin d'une période. Je me sens maintenant engagé dans la vie professionnelle.

Pour la première fois, j'ai l'impression que le travail qui m'a été confié a pu servir aux personnes qui m'ont accueilli en stage.

Au lieu d'être trop livré à moi-même, je me suis senti épaulé et aidé dans mon travail et surtout en période de difficultés.

Les personnes qui ont directement parrainé mon stage, Monsieur VILLEROUX (Ingénieur exploitation) et Monsieur ANTOINE (Maître Mineur) m'ont subi avec extrêmement de gentillesse et de patience. S'il est vrai que tout stagiaire est un souci supplémentaire pour l'exploitant, je n'ai jamais eu l'occasion de m'en rendre compte à Largentière.

Grâce à l'accueil de ces personnes, pour mon travail autant que dans la vie publique, je me suis senti intégré à une société et à un ordre social.

D'autre part j'étais à Largentière en stage d'initiation au commandement: il ne fait pas de doute pour moi, que si je suis amené un jour à avoir des responsabilités dans une exploitation minière, l'influence de ces personnes se répercutera sur ma manière de faire face aux situations et de prendre des décisions: accepter une certaine forme de mimétisme n'est pas forcément manquer de personnalité.

Je crois avoir gagné à Largentière, par les quelques responsabilités qui m'ont été confiées, un peu plus d'assurance, de self-control, de tolérance, de maturité et de décontraction: aucun cours et aucune expérience livresque n'auraient pu aboutir à ce résultat.

Je ne peux donc que remercier sincèrement Messieurs VILLEROUX et ANTOINE pour la partie de leurs expériences personnelles qu'ils ont pu me communiquer, en les assurant qu'elle ne restera pas lettre-morte et que le temps qu'ils ont bien voulu m'accorder n'aura pas été perdu.

J'espère aussi qu'ils pourront me pardonner les inévitables gaffes ou maladresses dont j'ai pu être responsable en les considérant plus comme des erreurs de jeunesse que comme de la mauvaise volonté.

Je veux aussi remercier, pour la possibilité qu'ils m'ont offerte d'effectuer ce stage au sein de leur Société, Monsieur DE FERONY (Directeur de la mine de Largentière) et Monsieur VIARD (Directeur des Travaux du fond) ainsi que les Ingénieurs avec qui j'ai été en rapport: Messieurs DENIS et PUECH.

Quittant à regret Largentière pour retourner parfaire ma "Culture Générale" à l'Ecole des Mines de Douai, je crois pouvoir dire que ce stage a encore confirmé mon intention déjà bien arrêtée de choisir une carrière d'exploitation minière, malgré les difficultés actuelles de la profession et les mises en garde de toutes sortes.

J'espère que la Société PENARROYA pourra, à travers mon passage à Largentière, porter un jugement favorable sur la formation reçue par les Elèves-Ingénieurs de l'Ecole des Mines de Douai et que la petite expérience que j'ai acquise sur les Mines métalliques et sur la Société PENARROYA pourra être réutilisée avant ou à la fin de ma scolarité.

---

A N N E X E .

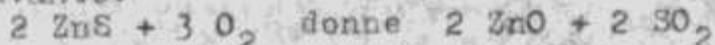
Métallurgie du zinc.  
Utilisation du zinc.  
Entreprises françaises concernées par le zinc.  
Chiffres relatifs au zinc.  
Plans de la cage d'oiseau.  
Plan de la trémie Malmberget.  
Plan général de l'exploitation de l'argentière.

## Métallurgie du Zinc.

### 1° Opérations préliminaires.

Quel que soit le procédé d'extraction envisagé, le zinc doit être amené à l'état d'oxyde (ZnO) par calcination des calamines (ZnCO<sub>3</sub>), ou par grillage des blendes.

L'opération de grillage consiste à éliminer la plus grande partie du soufre contenu. Elle est basée sur la réaction suivante:



Cette réaction est exothermique. L'anhydride sulfureux dégagé est récupéré pour la fabrication de l'acide sulfurique, qui est un sous produit de la métallurgie du zinc. Pour griller les blendes on utilise en France, deux procédés.

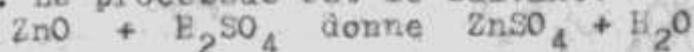
- le procédé FLASH ROASTING, (décrit page 85)

- la grille DWIGHT-LLOYD. (décrite page 86)

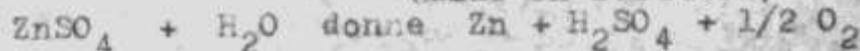
Dans les deux cas, la teneur en soufre est ramené à moins de 0,5%. Les gaz de combustion contiennent 7% de SO<sub>2</sub>.

### 2° Extraction par voie humide. (décrite page 87)

Elle s'opère en électrolysant une solution de sulfate de zinc. Le processus est le suivant:



(mise en solution)



(électrolyse)

Dans l'électrolyse, le zinc se dépose à la cathode et l'acide sulfurique est réutilisé pour la mise en solution du minerai.

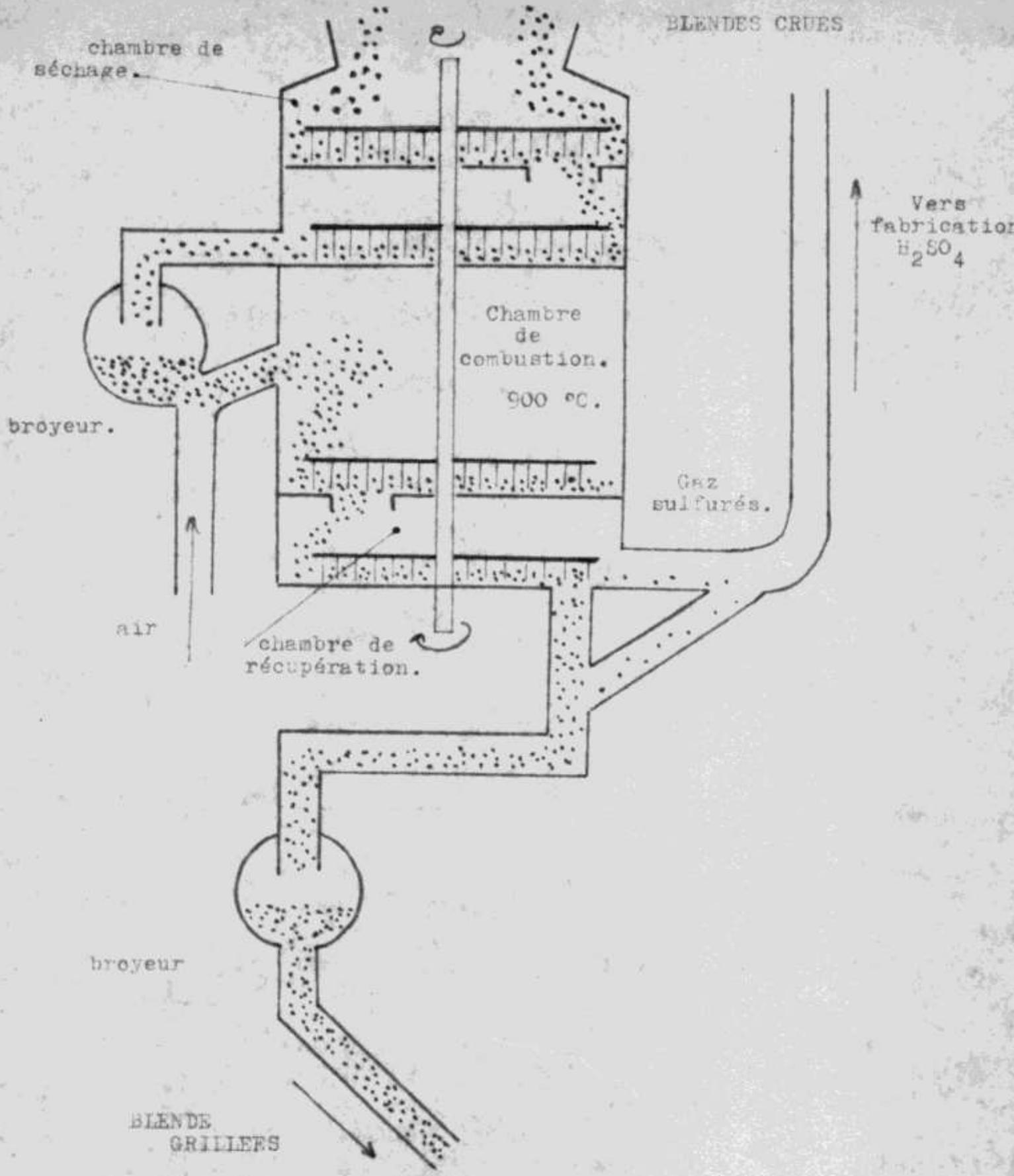
La solution parfaitement purifiée qui alimente les cellule d'électrolyse renferme environ 160g de zinc par litre. Elle est maintenue à 36 °C. On opère sous une tension de 3,5 volts. La consommation de courant est d'environ 3200 kilo-watts-heure.

L'électrolyse de zinc, permet de surcroît de récupérer du plomb, du cadmium, du cuivre et les métaux précieux.

### 3° Extraction par voie sèche.

- Creusets horizontaux: (page 88)

Ceci constitue l'ancien procédé de réduction. Le creuset est chargé de minerai grillé et de fines de charbon. Sous l'effet de la chaleur, l'oxyde de carbone dégagé réduit l'oxyde de zinc. Les vapeurs de zinc vont se condenser dans un condenseur réfractaire emboîté à l'extérieur du creuset, et situé à l'extérieur du four.



Four Flash-Roasting.

BLENDES CRUES

arrosage  
acide

brûleur à gaz

caissons de  
production

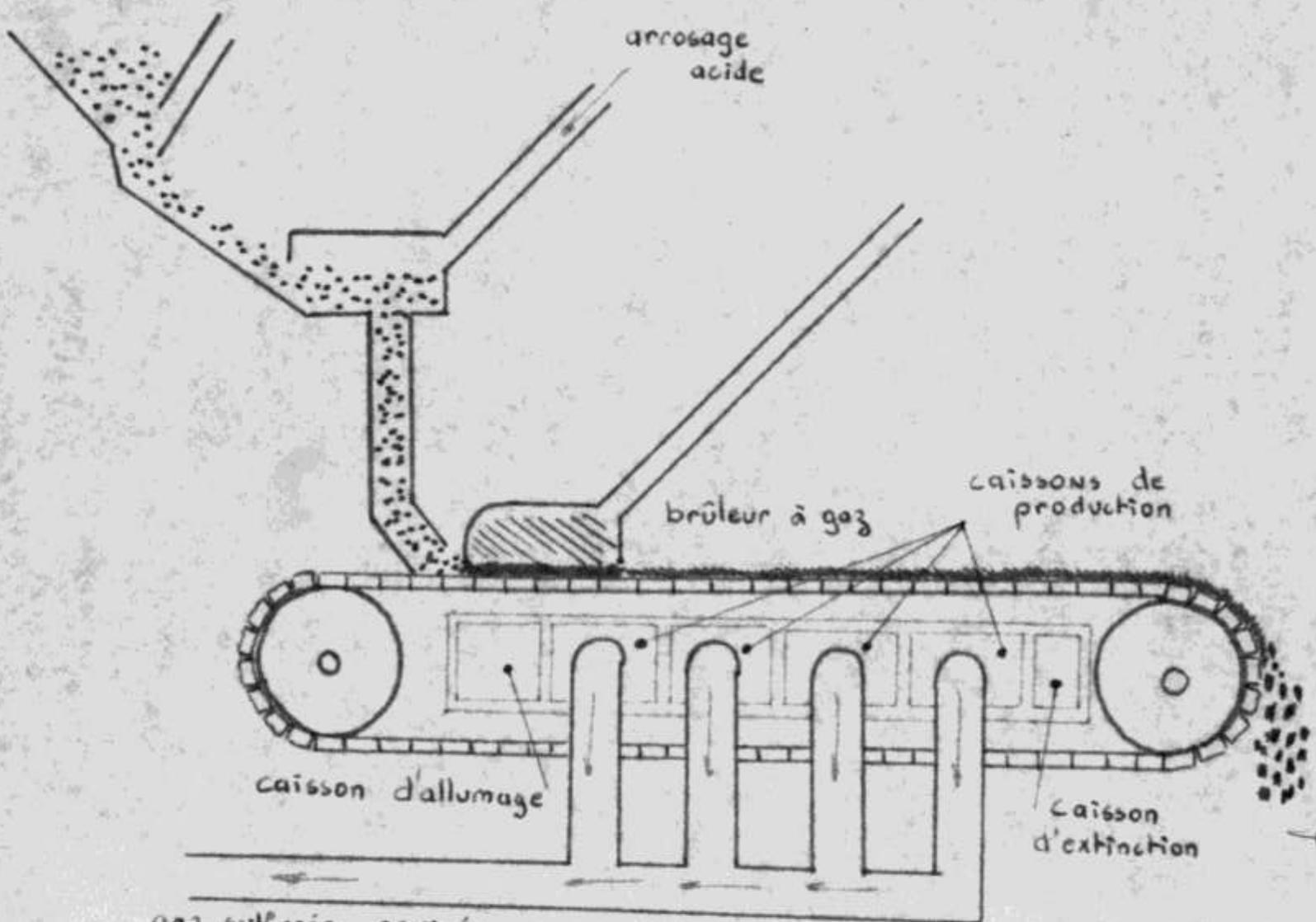
caisson d'allumage

caisson  
d'extinction

gâtes  
~~BLENDES~~  
GRILLÉES

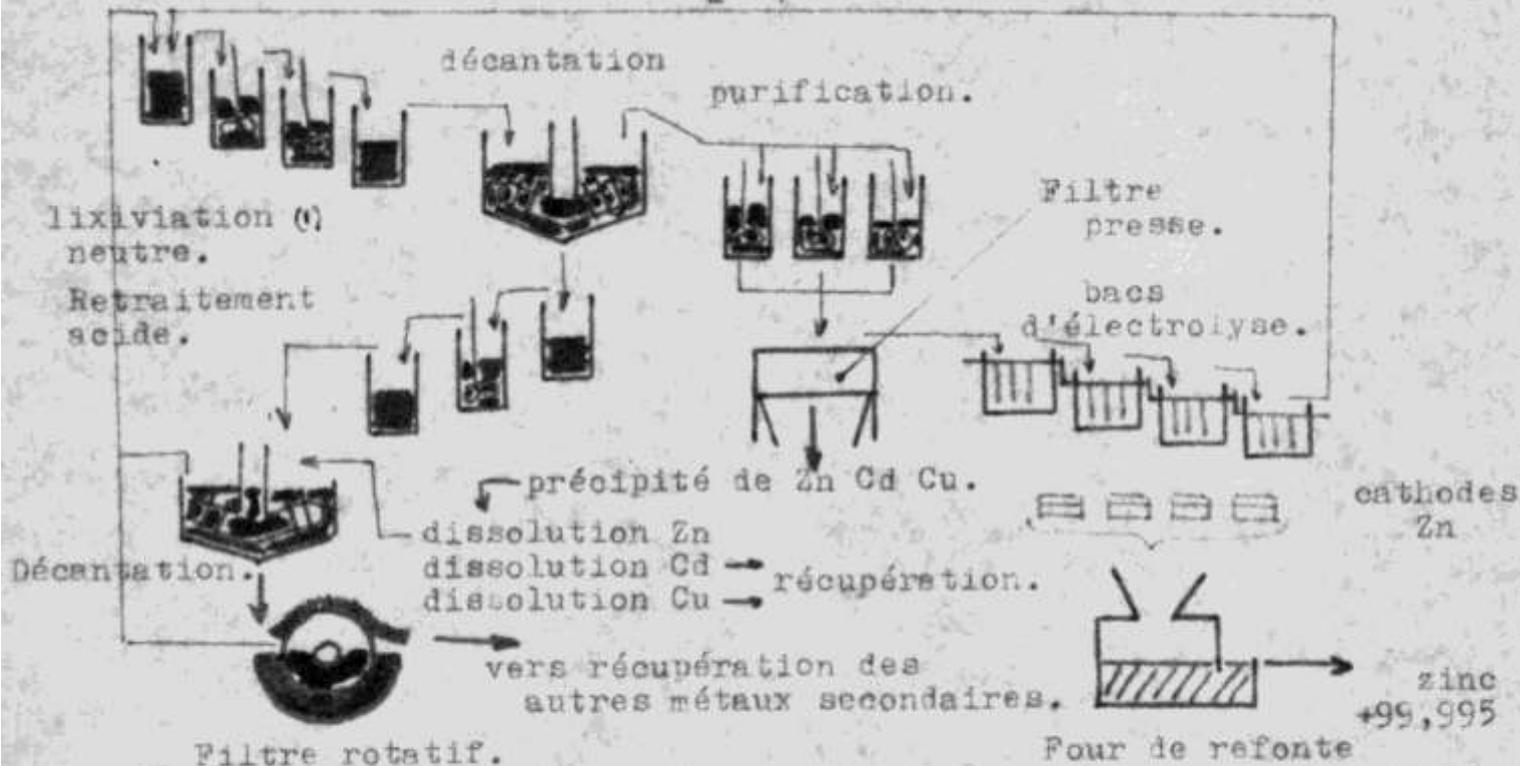
gaz sulfurés aspirés  
vers fabrication  $H_2SO_4$

GRILLE DWIGHT-LLOYD



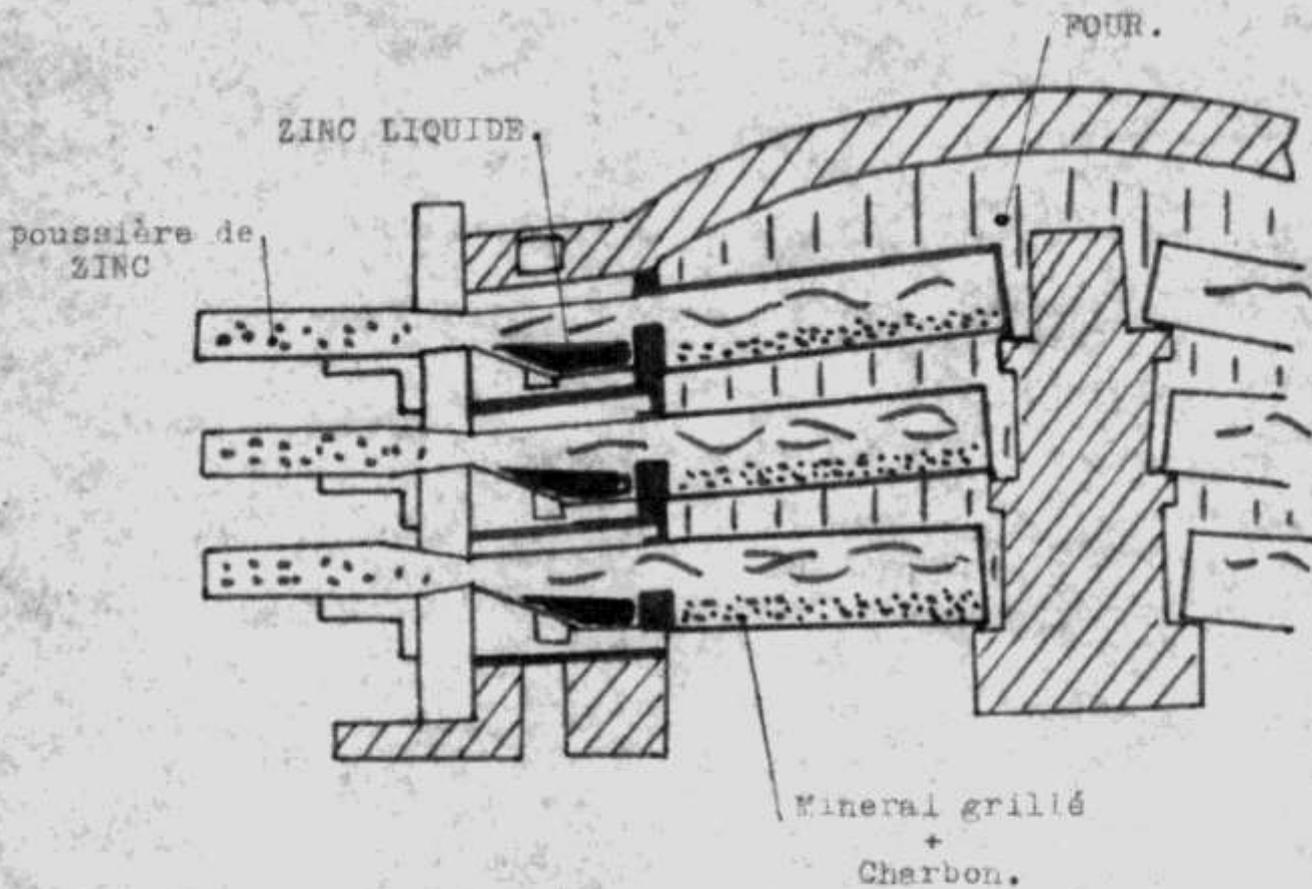
BIENDES GRILLEES

$H_2SO_4$  retour des bacs.



(1) Lixiviation: Lavage de cendres pour en extraire les parties solubles.

Electrolyse du Zinc.



Creusets Horizontaux.

- creuset vertical New-Jersey. (page 91 )

Le procédé "New Jersey" s'inspire du même principe mais il en diffère par les moyens:

- l'unité est un creuset vertical de grande dimension, par rapport aux creusets horizontaux.

- les opérations sont continues, contrairement aux creusets horizontaux.

- la charge est constituée de:

- minerai grillé broyé.

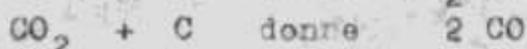
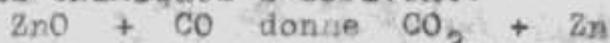
- charbon bitumeux finement broyé.

- charbon maigre ou coke.

- produits fins en retout de cokéfaction.

- liant solide: la bentonite (agissant par son pouvoir absorbant).

Les réactions chimiques s'écrivent:



Ici le métal obtenu a une pureté supérieure à 99,5%.

- procédé Impérial Smelting. (page 92 )

( ou haut-fourneau à zinc )

Dans un haut-fourneau à zinc, le chauffage de la charge et la réduction de l'oxyde de zinc se font dans la cuve elle même, de sorte que les gaz qui se dégagent contiennent à la fois les produits de la combustion et ceux de la réduction.

La charge comporte:

- du minerai aggloméré et les fondants,

- du coke métallurgique.

Les réactions chimiques sont les même que précédemment.

L'air soufflé aux tuyères brûle le coke des couches inférieures. La chaleur dégagée chauffe le coke et l'aggloméré des couches supérieures. Tout l'oxygène de l'air est transformé en CO. Quand l'aggloméré atteint la température de 900 °C, la réduction par CO de ZnO commence. Au niveau des tuyères où la température est la plus élevée, il n'y a plus de zinc mais uniquement des cendres fondues qui se rassemblent dans le creuset. A la coulée, la matte (sulfure complexe) et le plomb du minerai viennent avec les scories. Ces composants sont séparés par densité.

Les gaz qui arrivent au gueulard contiennent 5 à 7 % de vapeur de zinc. Ils sont condensés par un bain de plomb. Les deux métaux sont alors séparés par densité.

Le métal obtenu a une teneur de 98,7%.

4° Raffinage du zinc.

L'appareil utilisé en France pour raffiner le zinc repose sur le principe de la distillation fractionnée. C'est la "Colonne de distillation New-Jersey".

Le schéma explicatif de l'appareil se trouve page 93.

On procède en deux phases:

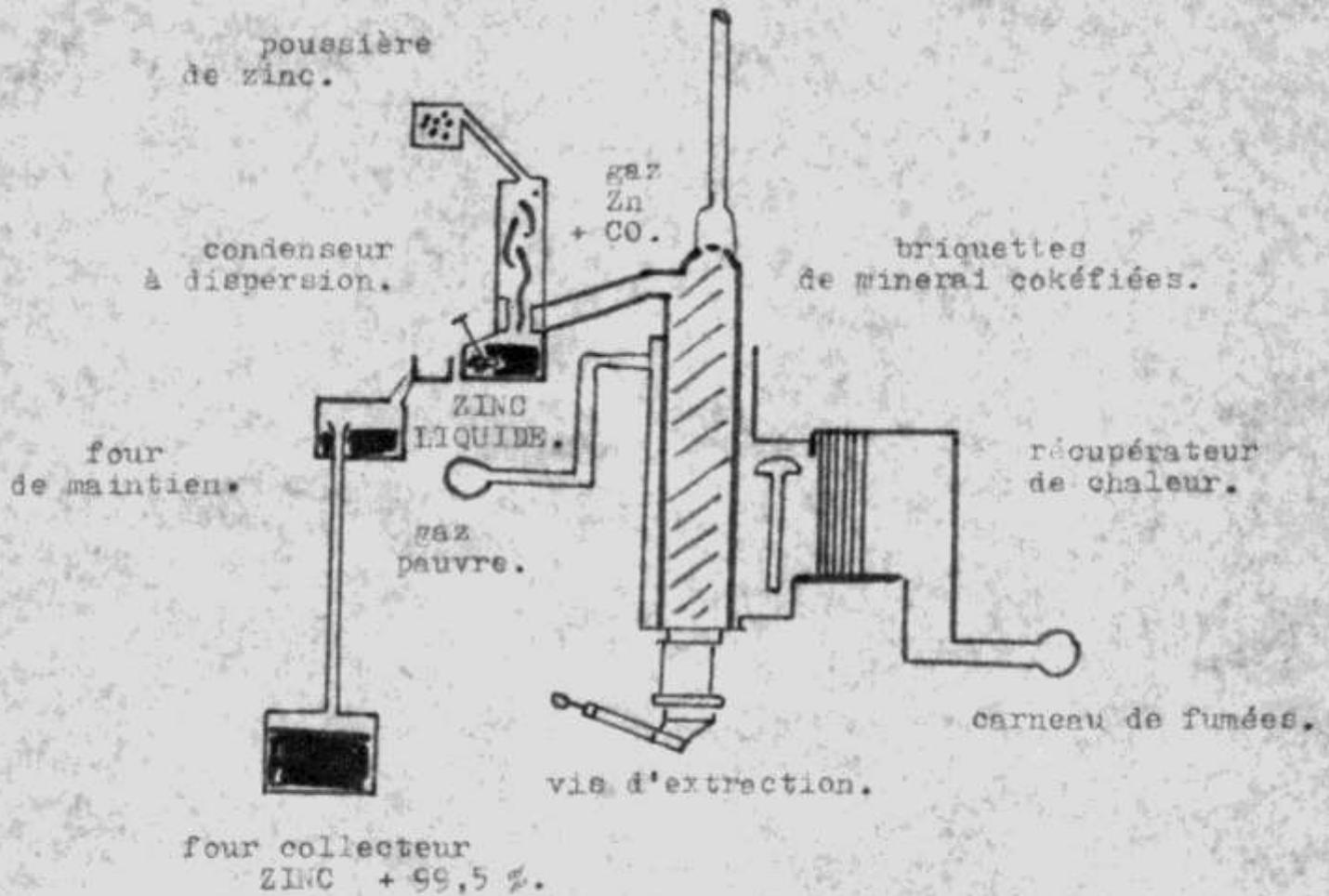
- Une première vaporisation sépare le zinc et le cadmium des autres impuretés, constituées presque essentiellement de plomb.

- Une seconde vaporisation sépare le zinc du cadmium. La pureté du zinc raffiné par le procédé New-Jersey dépasse 99,99 %. Elle est comparable à celle que l'on obtient par le procédé électrolytique.

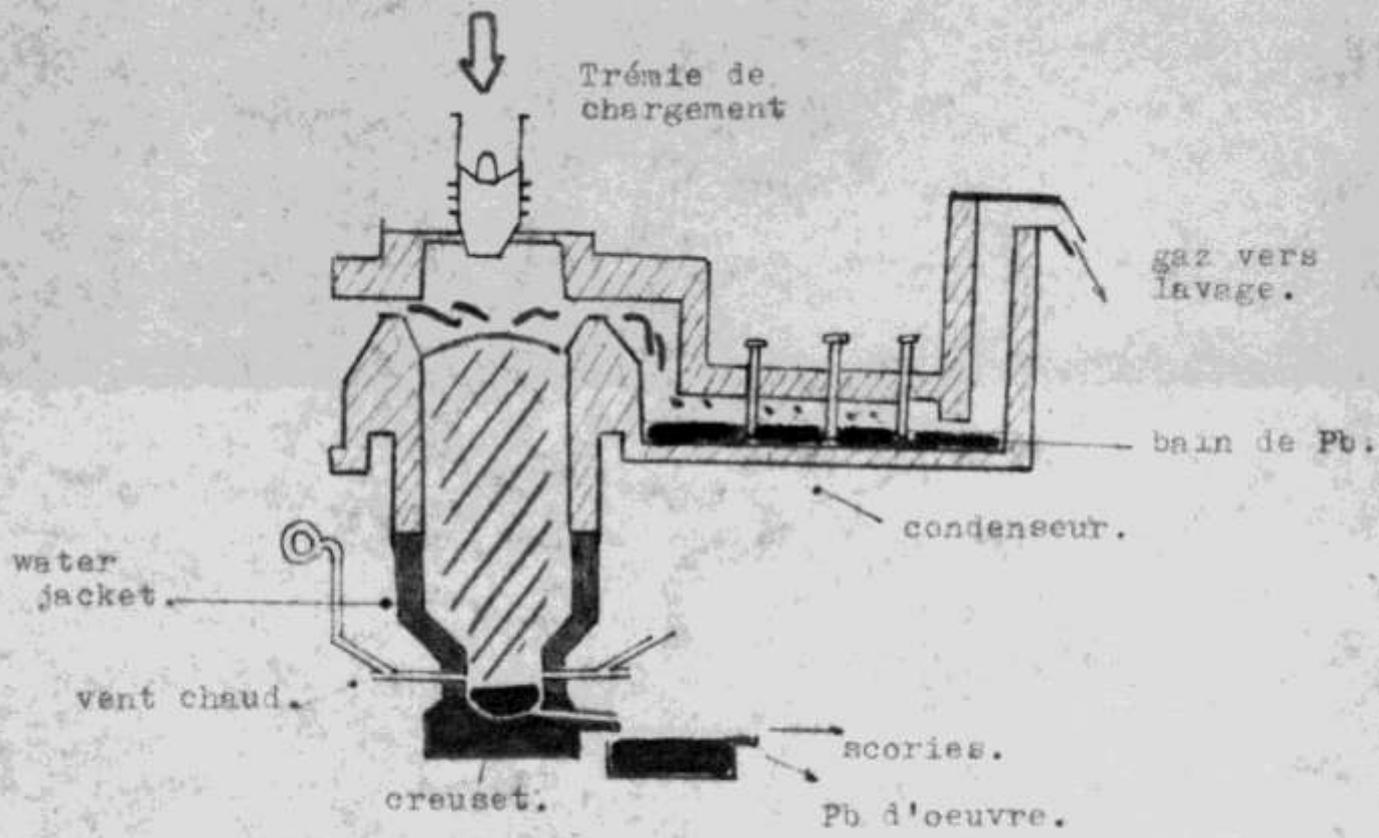
Note: Classification des qualités de zinc.

Norme A 55-101.

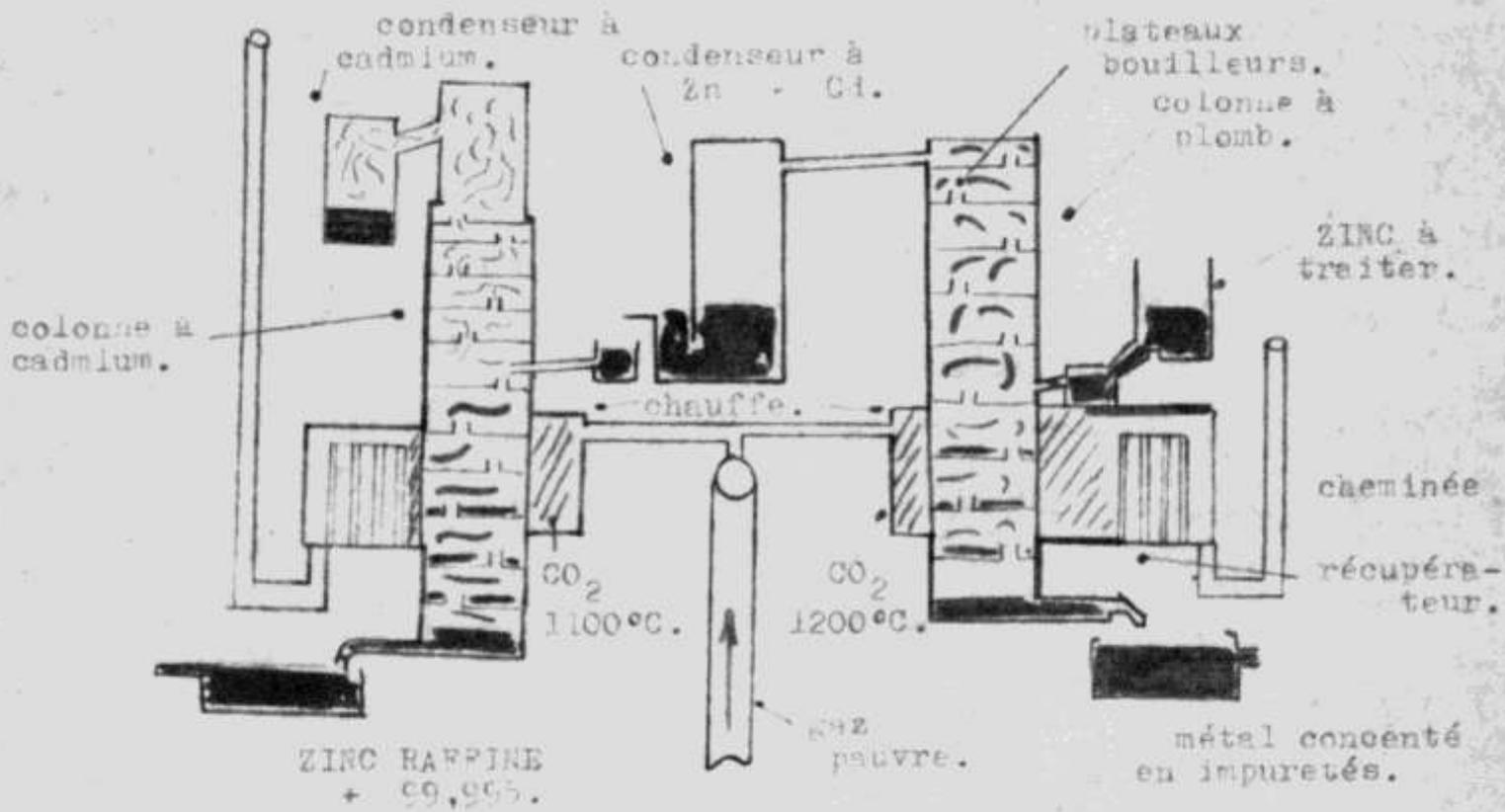
Types normaux.	Teneur minim. du zinc. (%)	Matières étrangères. Teneur maximum en %.				
		Pb	Cd	Fe	Sn	Cu
Z9	99,993	0,003	0,003	0,002	0,001	0,001
Z8	99,95	0,02	0,02	0,01	0,001	0,002
Z7	99,50	0,50	0,15	0,02	0,002	0,002
Z6	98,50	1,25	0,25	0,05	0,02	0,01
Z5	98	1,60	-	0,08	-	-



Creuset Vertical NEW-JERSEY.



Four Impérial Smelting.



Colonnes de Distillation

## Utilisations du Zinc.

Nous pouvons classer les utilisateurs du zinc en deux catégories:

- Les transformateurs: lamineurs, laitonniers, fabricants d'alliages, fondeurs.
- Les consommateurs directs: galvanisateurs, métallurgistes, fabricants de pigments de peintures et de produits chimiques.

a) Laminage: Les feuilles de zinc laminé ont une épaisseur variant de 0,10 mm à 2,68 mm. Leur plus grosse utilisation réside dans la confection de toitures. En effet les différents avantages de la toiture en zinc sont les suivants:

- légèreté: ( 6 kg au m<sup>2</sup> )
- durée: protection par le carbonate et l'oxyde. usure d'environ 5/1000 de mm par an.
- innocuité: possibilité de récupérer les eaux de pluie
- incombustibilité.
- diminution de pente. ( 1 à 2 cm/m )

Notons que les feuilles de zinc servent aussi à confectionner des gouttières, des chéneaux. Elles sont aussi utilisées dans la fabrication des piles industrielles et des pastilles pour godets de piles portatives.

b) Laitons: Les laitonniers sont d'importants consommateurs de zinc. Ils absorbent 10% des ventes de zinc vierge. Les laitons ( 67 Cu et 33 Zn ) sont très ductiles et se laminent en feuilles minces. Les laitons spéciaux possèdent un troisième métal ( Pb, Sn, Ni, Al, Mn, Fe ) et des propriétés très intéressantes. On emploie les laitons à faire des pièces de machines, des tubes, des étuis de cartouches. Ils entrent dans la fabrication des robinets.

c) Protection de l'acier: Le fer, l'acier ou la fonte peuvent être efficacement protégés contre l'oxydation, en recouvrant le métal d'une pellicule de zinc métallique. Différents procédés permettent de fixer une couche protectrice de zinc:

- Galvanisation, ou immersion des pièces à protéger dans le zinc fondu. Pour ce faire, il faut commencer par dégraisser, oxyder, décaper et laver le métal. Avant de réaliser la galvanisation proprement dite il faut procéder au fluxage: cette opération a pour but d'éviter les explosions et les projections dangereuses de métal qui se produisent lorsqu'on immerge une pièce humide dans du zinc en fusion. Les pièces sont plongées dans une solution de sels doubles (  $2\text{NH}_4\text{Cl} - \text{ZnCl}_2$  à 35°C. ) cristallisables, bouillant à 110°C et sortent couvertes d'un film sec constituant le flux nécessaire.

- Zingage électrolytique. Les opérations préliminaires sont le dégraissage, le décapage, le polissage, le dégraissage chimique puis électrolytique, le rinçage. Les bains électrolytiques sont de deux sortes:

- les bains mats: cyanure de zinc 90g, cyanure de sodium 45g et soude caustique 85g/l. A froid et avec 2 à 4 Ampères par dm<sup>2</sup>, le rendement cathodique est de 3 microns par minutes.

- les bains brillants: ils se distinguent des précédents par l'addition d'agents minéraux tels que le molybdène, le tungstène, le cobalt, et le nickel.

- Shérardisation. Les pièces sont chauffées dans de la poussière de zinc.

- Métallisation par projection de zinc fondu. Cette opération est réalisée sur des pièces soigneusement décapées par sablage au moyen d'un pistolet métalliseur. Celui-ci est la combinaison d'un chalumeau oxygène-acétylène et d'un pulvérisateur à air comprimé. Le zinc utilisé doit être à 99,993. Ce procédé est en pleine expansion.

- Peintures dites "riches en zinc" composées d'un liant organique (polystyrène), d'un solvant et de poussières de zinc. Après évaporation du solvant, la couche protectrice contient 94% de zinc et 6% de liant.

d) Oxydes et sels de zinc. Les divers composés qui sont produits et utilisés industriellement à partir du zinc sont les suivants: oxyde, chlorure, acétate, lactate, nitrate, sulfate, sulfure, lithopone et chromate.

#### 1) Oxyde et peroxyde.

On oxyde le zinc, préalablement porté à l'état de vapeur par un courant d'air. Selon que la matière utilisée est du minerai ou du métal, on distingue le procédé direct ( American process ) ou le procédé indirect ( French process ). Selon les procédés on obtient:

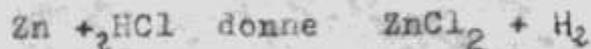
- Blanc neige extra-pur....	99,7% ZnO
- Demi-neige.....	99,5
- Cachet rouge.....	97 à 99.
- Cachet bleu.....	96,0
- Cachet jaune.....	95,0

Les principaux débouchés sont les suivants:

- Peintures ( 55% )
- Caoutchouc, fils, cables ( 32,9% )
- Céramique, émaux, verrerie
- Chimiques, pharmacie, teinture, allumettes, etc...

#### 2) Chlorure.

C'est un sous produit de la réaction:



**PAGE 96  
PERDUE**

Il est utilisé pour l'épuration des huiles, la fabrication du parchemin végétal et de la fibre vulcanisée. Injecté dans les bois, il les préserve de la putréfaction (traverses de chemins de fer et poteaux télégraphiques).

### 3) Lithopone.

Ce produit qui contient 19% de zinc est un pigment blanc constitué par du sulfure de zinc et du sulfate de baryum obtenu par une double précipitation, en proportion équimoléculaire.

L'avenir de ce produit est lié à celui des peintures. Il est aussi d'un emploi courant dans les toiles cirées, linoléum, balatum, caoutchouc mousse et encre d'imprimerie.

e) Alliages de zinc. Le zinc entre comme élément d'apport dans un grand nombre d'alliages cuivreux: laitons, tombacs, bronzes et maillechorts. Il est l'élément de base des zamaks et des kayems.

#### 1) Les zamaks.

Les zamaks sont constitués de zinc à 99,993% et suivant leurs caractéristiques, de:

- Aluminium 3,9 à 4,3
- Cuivre 0 à 3
- Césium 0,03 à 0,06.

Le gros débouché pour ces alliages est la fonderie sous pression qui alimente les industries les plus diverses, allant des jouets d'enfants aux accessoires d'automobiles.

Leurs principaux avantages sont:

- bas point de fusion.
- grande fluidité, d'où le moulage de pièces très compliquées (carburateurs).
- caractéristiques mécaniques élevées.
- bas prix de revient.
- possibilités de finition variées.

La consommation française de zamak peut actuellement se ventiler ainsi:

- Automobile..... 39%
- Motocycle..... 13%
- Electroménager.. 13%
- Quincaillerie... 10%
- Jouets..... 5%
- etc...

#### 2) les kayems.

Ces alliages ont des propriétés remarquables qui les éloignent des utilisations courantes des zamaks. Ils sont particulièrement utilisés pour la confection des poisons et matrices d'emboutissage et de découpage ainsi que des moules d'injection des matières plastiques.

Entreprises Françaises concernées directement par le Zinc.

-----  
Mines:

PENARFOYA. Pierrefitte (Ht.-Pyr) Malines et St-Felix de  
Pallières (Gard) Largentière ( Ardèche ).

-----  
Métallurgie.

PENARROYA. Noyelles-Godault ( Pas-de-Calais )

ASTURIENNE des MINES. Auby ( Nord )

VIELLE MONTAGNE. Viviez ( Aveyron ). Creil ( Oise )

-----  
Oxydes de Zinc.

VIELLE MONTAGNE. Creil.

COULEURS ZINCIQUES. Bouchain. ( Nord )

BLANCS de ZINC de la MEDITERRANEE. Marseille.

FIOND. Beuvry ( Nord )

CHIMIQUE et METALLURGIQUE de BONDY. ( Seine )

FRANCAISE DE L'OXYDE de ZINC. Nanterre. ( Seine )

-----  
Chlorure de Zinc.

KUHMANN. Loos ( Nord )

SAINT-GOBAIN. Chauny; ( Aisne )

PROGIL. Clamecy. ( Nièvre )

SOPROMIC. Villeurbanne. ( Rhone )

CHIMIQUES du NORD. Voutre. ( Mayenne )

-----  
Lithopone.

COULEURS ZINCIQUES.

VIELLE MONTAGNE - KUHMANN Viviez.

KUHMANN. Dieuze. ( Moselle )

-----

## Chiffres relatifs au Zinc.

<u>Production mondiale:</u>	4173800	milliers de T.
- Europe.....	1944000	
- Amérique.....	1620000	
- Asie.....	311700	
- Australie.....	175000	
- Afrique.....	122500	

La France comporte 3 sociétés disposant de 4 usines;  
Elles produisent 187000 milliers de T.

Ce sont par ordre d'importance:

- Vielle Montagne: Viviez. (Electrolytique)  
Creil. (Distillation)
- Asturienne des mines: Auby. (New-Jersey)
- Penarroya: Noyelles. (Impérial Smelting)

## Consommation française de Zinc vierge. (milliers de tonnes)

	Zinc en lingots.	Poussière.	Total.
Production.	190442	4120	194562
Importation. (+)	22116	3931	220609
Exportation. (-)	12258	900	13200
CONSOMMATION APPARENTE.	200258	7151	207409
DIMINUTION des STOCKS			3196
CONSOMMATION REELLE.			<u>210605</u>

## Ventilation des ventes en %

- Laminaires..... 34
- Galvanisation..... 30
- Laitons..... 12
- Oxydes..... 3
- Alliages..... 15
- Fil métallisation..... 1,5
- Divers..... 4,5

**Liens :**

**[Site personnel de François-Xavier BIBERT](#)**

**[L'Album-photo des deux stages de FXB à Largentière](#)**

**[L'École des Mines de Douai en 1969](#)**

**[Le journal des Élèves de l'École des Mines de Douai](#)**