

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

7/90

ME X

وزارة التعليم العالي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : GENIE MINIER

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

S U J E T

ETUDE D'EXHAURE DE LA MINE
CAS DE KHERZET YOUSSEF

Proposé par :

Mr A BOTEV

Etudié par :

H BOUADLA

Dirigé par :

Mr A. BOTEV

PROMOTION : JUIN 90

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : GENIE MINIER

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

ETUDE D'EXHAURE DE LA MINE
CAS DE KHERZET YOUSSEF

Proposé par :

Mr A. BOTEV

Etudié par :

H BOUADLA

Dirigé par :

Mr A BOTEV

PROMOTION : JUIN 90

*** D E D J C A C E ***

- Je dédie ce mémoire :

. à la mémoire de mon père

. à ma mère

. à mes frères et soeurs

. à tous mes collègues du département Génie Minier.

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

*Je présente mes plus profonds remerciements à Monsieur Alexandre BOTEV,
pour avoir proposé, suivi et dirigé ce travail.*

*Notre gratitude va, aux membres du jury qui nous font l'honneur de juger
ce modeste travail.*

*Qu'il me soit permis, enfin, de remercier tous ceux qui ont participé, de
prés ou de loin, à l'élaboration de cet ouvrage.*

S O M M A I R E



- Introduction

I Situation géographique et historique de la mine de " KHERZET YOUCEF "

II Géologie et hydrogéologie du gisement de " KHERZET YOUCEF "

III

3.1. Aménagement général du gisement

3.2. Méthode d'exploitation et travaux de découpage

IV

4.1. Pronostique des venues d'eau jusqu'à l'épuisement du gisement dans la mine de " KHERZET YOUCEF "

4.2. Mesures de sécurité en cas d'avarie de l'exhaure.

V

5.1. L'exhaure dans les mines souterraines

5.1. a) Généralités

5.2. Schéma d'exhaure du niveau 678 de la mine de " KHERZET YOUCEF ".

5.2.1. *Chambre de pompage*

5.2.2. *Albraques*

5.3. *Calcul de la décantation de l'eau de mine dans les albraques au niveau 682 de la mine de " KHERZET YOUCEF*

5.3.1. *Distance nécessaire à la décantation*

5.3.2. *Particules solides en suspension dans l'eau*

5.3.3. *Couche de dépôts formée en 24 heures*

5.3.4. *Calcul du temps d'envasement complet*

5.3.5. *Conclusions*

VI *Conclusion générale.*

*** I N T R O D U C T I O N ***



- La pénétration de l'eau dans les mines à plusieurs causes.

D'une part, au cours de l'exécution des travaux, est amené à traverser des horizons aquifères qui occasionnent des venues d'eau plus ou moins importantes.

D'autre part, les fissures se formant dans des terrains encaissants à la suite du foudroyage des espaces exploités peuvent transmettre aux horizons aquifères sus-jacents et servir de voies de pénétration de l'eau dans la mine. Le minerai lui-même peut contenir de l'eau en plus ou moins grande quantité. L'eau peut pénétrer dans la mine venant de la surface à travers les affleurements ou les fissures des terrains, enfin, elle peut provenir des vieilles mines habituellement noyées.

Alors le problème d'exhaure de la mine est d'une importance capitale, en effet, sécurité du travail, progrès dans l'industrie minière, c'est pourquoi, une étude sera faite sur ce problème, cette étude comporte :

- Choix de la situation de l'endroit de rassemblement des eaux de toute la mine : Albraques
- Choix des pompes appropriées pour l'exhaure
- Choix des conduites de refoulement de l'eau à partir de la mine jusqu'au jour.

C H A P I T R E 1

Situation géographique et historique de la mine de KHERZET YUCEF

1.1 Situation géographique

Le complexe minier de Kherzet Youcef se situe à proximité du village d'Ain Azèl, à environ 50 KM sud-est de la ville de Sétif et de 60 KM nord-ouest de la ville de Batna.

1.2 Historique de la mine de Kherzet Youcef

Le gisement de Kherzet Youcef est un gisement plombo-zincifère, il est connu depuis le début du siècle grâce aux affleurements en chapeau de fer des couches minéralisées.

L'exploitation du gisement a commencé en 1906 à partir de la surface (extraction de calamine à l'aide de descenderie sur les couches n° 3, 15 et 17) par la Société d'Ampère (S.M.A.).

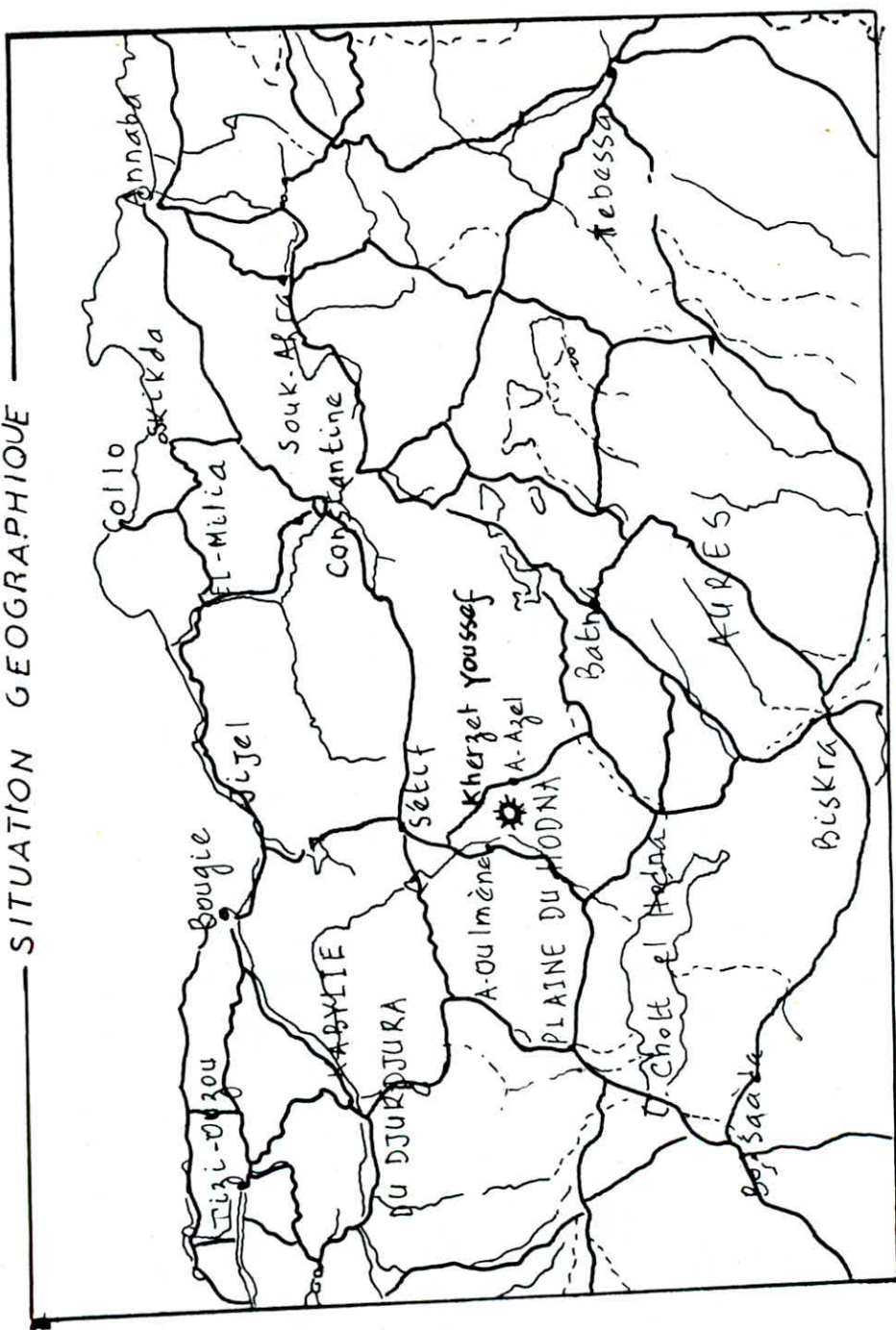
D'octobre 1963 à août 1965, dix huit (18) sondages sont creusés par la société Yougoslave " RUDIS " d'une longueur totale de 6861,5 m; Rudis a foncé le puits d'extraction n° 3 d'une longueur totale de 238,5 m, elle a également creusé le niveau principal n° 835 (niveau I) par suites à des difficultés assez diverses, lamine a été noyée en 1971.

En octobre 1975 et jusqu'en 1979, la société Bulgare " BULGAROGE OMJN " (B.G.M.) a effectué le dénoyage de la mine et a construit le complexe minier.

En 1987, l'ENOF, a confié à la société Bulgare BGM, l'approfondissement du puits n° 3 dont les travaux de fonçage ont débuté en août 1987.

L'extension prévue sur 130 m de profondeur à partir du niveau 775 (niveau II) jusqu'au niveau 625, a subi des modifications suite à des difficultés rencontrées dans le fonçage, liées à la présence d'une intercalation de sable (couche sablonneuse) rencontrée par les soudages de cimentation entre 102 et 110 m avec des venues d'eau très importantes qui ont atteint 740 M³/H.

SITUATION GEOGRAPHIQUE



Cette couche sablonneuse présente les caractéristiques suivantes :

- Epaisseur de 1 à 2 mètres
- Nature du sable : grains trop fins flottants
- Composition chimique : 95 % de Si O₂ et 50 % de la Ca CO₃
- Importante accumulation d'eau
- Pendage quasi-nord

D'autre part, les travaux de mine menés au niveau 775 et au dessous n'ont pas rencontrés de telle structures géologiques (couche sablonneuse). Nulle part, il n'est découvert le moindre indice pouvant suggérer la présence de couches, intercalation ou autre formation à partir de sable à grains fins flottants. Ce type de sable ne figure ni dans la colonne de sondage aux affleurements à la surface du sol.

Après discussion entre les deux parties (BGM et ENOF) et suite au procès-verbal de réunion de 1988, BGM a décidé d'ouvrir un seul niveau 692 (au lieu de deux au-dessous du niveau 77).

BGM a imposé des modifications dans le projet initial du complexe d'exhaure et notamment -

1°) Changement dans le situation du complexe d'exhaure

- a) Construction de la chambre de pompage au niveau 678
- b) Construction des albaques au niveau 682
- c) Décalage de la chambre de pompage et des albaques par rapport à l'axe du puits pour éviter de rencontrer la zone de sable.

2°) Augmentation du nombre de groupes pompes avec des possibilités de mettre en marche deux pompes en parallèles.

CHAPITRE II

Géologie et hydrogéologie du gisement de Kherzet Youcef

2.1. Géologie du gisement (voir fig. 1)

Le gisement de Kherzet Youcef est localisé dans les formations sédimentaires du Barremien, celui-ci est constitué d'une alternance de calcaires, marnes, dolomies, calcaires-marneux, calcaire-dolomitiques, calcaires et marnes lumachelliques et argiles, c'est un gisement stratiforme à structure monoclinale.

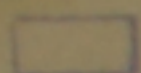

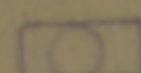
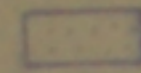
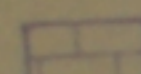
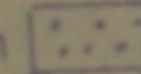
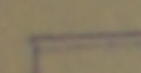
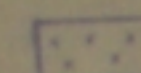
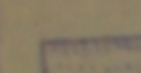
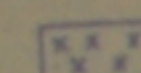
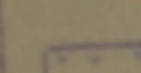
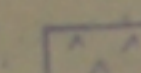
A l'est, le gisement est limité par une grande faille normale dite " Faille de Kherzet Youcef " de direction Nord-Sud à pendage 65 à 85 ° Est. Le flanc Est de cette faille s'enfoncé à une très grande profondeur (700 M environ) est recouvert par des formations terrigènes du tertiaire et quaternaire.

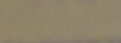
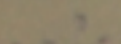
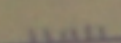
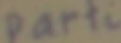
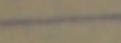
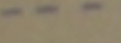
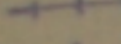
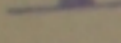
La tectonique est essentiellement cassante avec des fissures diaclase et failles à faible rejets de direction principale Est-Ouest.

La minéralisation industrielle est intimement liée aux roches dolomitiques et se localise à l'ouest de la faille de Kherzet Youcef, elle commence à 25 à 30 m de la faille et se poursuit jusqu'à 60 à 150 m à l'ouest en direction des couches.

Dans le sens du pendage, elle se poursuit jusqu'à 1300 m environ. Il s'agit de blende et de la galène à dominance de blende. La minéralisation est simple pyrite, marcassite, blende, galène, calcite, baryte, fluorine.

Les couches minéralisées en nombre de sept (7) sont regroupées en deux (2) faisceaux : les couches n° 8 et 10 pour le faisceau supérieur.

-  Quaternaire
-  Barrémien Sup.
-  Tertiaire
-  Barrémien Inf.
-  Cenomanien
-  Malm
-  Albien
-  Dogger
-  Aptien Sup.
-  Lias
-  Aptien inf.
-  Trias

- T Pendage
-  Contact
-  Contact Probable
-  Faille importante partiellement chargée
-  Faille sans importance
-  Faille Probable
-  Faille d'après Photographie
-  Partie relativement submergée
-  Mouvement relatif des ailes de la faille



P. G 007/90
 Avant P. 6

CARTE
 GEOLOGIQUE
 Echelle 1/25000
 KHERZET
 YOUSSEF
 FIG 1

Les couches n° 3 (avec deux bancs), 15, 17, 20 et 21 pour le faisceau inférieur. Elles sont limitées au toit et au mur par une couche argileuse de quelque centimètres d'épaisseur. La puissance des couches varie de 1,50 à 2 m, le pendage est de 15 à 30° nord avec une direction subméridionale dans la partie médiane des couches.

2.1.1. Réserves géologiques et récupérables du minerai

Niveaux	Catégories	Quantité Géologique et exploitable (Tonnes)	Teneur (%)		Réserves Récupérables (Tonnes)	Teneur (%)	
			Plomb	Zinc		Plomb	Zinc
835 - 775	C ₁ + C ₂	1524600	11,24	1,61	1226693	9,78	1,40
775 - 692	C ₁ + C ₂	738510	9,74	1,80	694265	8,47	1,57
692 - 415	C ₁ + C ₂	3488548	10,43	2,35	2806886	9,07	2,04
TOTAL	C ₁ + C ₂	5751658	10,47	1,92	4727784	9,11	1,67
			= \bar{m}	= \bar{m}		= \bar{m}	= \bar{m}

II. 2) - Hydrogéologie du gisement.

Le gisement de Kherzet Youssef témoigne une complexité par rapport aux conditions hydrogéologiques. Cette complexité résulte du fait que les couches minérales sont superposées dans les limites situées entre deux formations géologiques, ces deux formations géologiques sont séparées l'une de l'autre par une faille principale nommée Kherzet Youssef. La dite faille scinde les stratifications terrigène du Néogène à partir des stratifications des Carbonates de Barrémien. Les couches minérales sont stratifiées dans le complexe des carbonates du Barrémien à une proximité immédiate de la faille de Kherzet Youssef.

Le complexe de carbonate est découpé par un grand nombre de failles secondaires aboutissant à la faille principale de Kherzet-Youssef et dont la direction approximative est Nord-Ouest - Sud-Est, ces failles découpent aussi les couches minéralisées.

Par suite, les conditions géologique et tectonique dans les deux complexes de roches (terrignées et carbonées) se sont formés deux catégories d'eaux souterraines.

Dans le complexe Terrigène s'est formé un niveau puissant aquifère captif, tandis que dans le complexe de carbonate, il y a des eaux venants du système de fissuration Karstique. Le niveau statique des eaux est situé de 60 à 160 m et plus de profondeur.

Entre les deux catégories d'eaux, il y a une liaison hydraulique à laquelle se réalise grâce aux failles secondaires lorsque les ouvrages

miniers (soit préparatoire, soit exploitation) découpent certaines de failles, alors il est constaté au début l'apparition de source. La quantité de l'eau s'écoulant de la source dépend du degré de la fissuration et des formations Karstiques de la faille.

Ces conditions hydrogéologiques ont créés des difficultés durant l'exploitation. Les principales difficultés proviennent du fait qu'on ne peut pas prévoir les lieux des failles à travers desquelles les eaux s'écoulent.

- CHAPITRE III -

III. 1) -Aménagement général du gisement (voir fig.2)

Le gisement de Kherzet Youssef est découvert par deux puits verticaux : le puits d'aérage n°1 et le puits d'extraction n°3, respectivement de 95 m et 321,5 m de profondeur.

A partir du puits n°1 est tracé le travers-banc du niveau 905 le puits n°1 est destiné à la montée et à la descente du matériel.

A partir du puits n°3 sont tracés, les niveaux 835, 775 avec station d'exhaure et en cours de réalisation, le niveau 692 avec le nouveau complexe d'exhaure (niveau 678 et 682). Les deux puits sont liés par niveau 835, la cheminée n°1 jusqu'au niveau 875; la cheminée n°2 jusqu'au niveau 905 et la galerie de ce dernier.

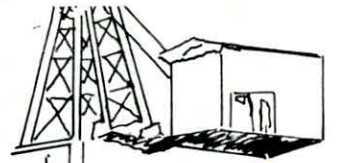
Le puits n°3 est équipé d'une machine d'extraction avec skip et skip cage, des conduites d'exhaure et d'air ainsi que de tout les équipements servants à l'armement du puits et moyens d'électrification et communication.

III. 2) -Méthode d'exploitation, travaux de découpage.

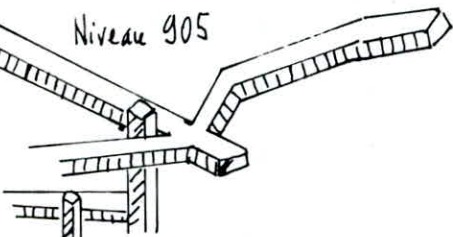
Analyse des conditions géologique et minière du gisement (sa partie au dessous du niveau 775) Afin de faire le choix du schéma technologique et de la méthode d'exploitation.

Compte tenu des conditions géologique et minière, c'est le système de chambre et pilier qui est appliqué pour l'exploitation, avec piliers discontinus et la création de fenêtre entre les chambres

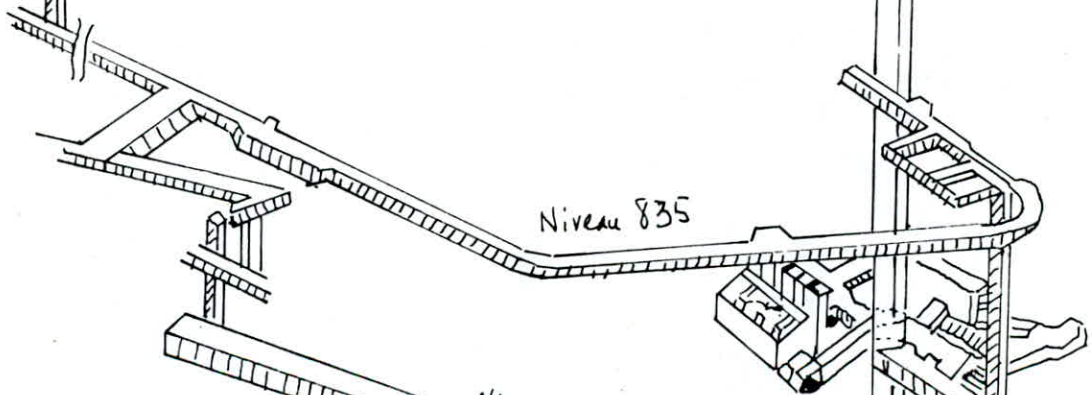
Puits N°1



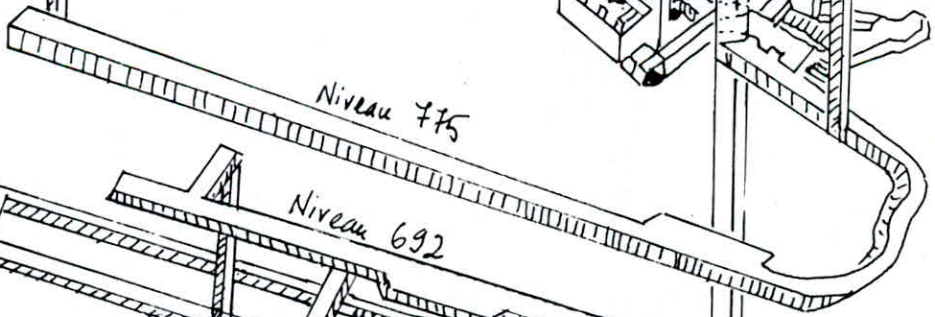
Puits N°3



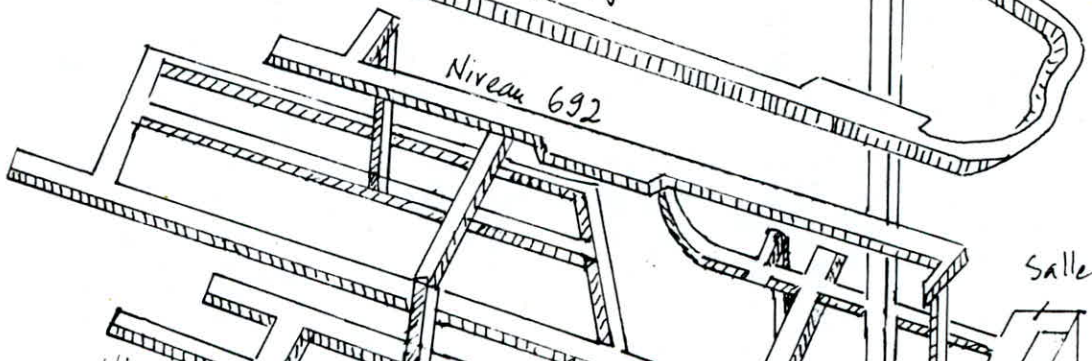
Niveau 905



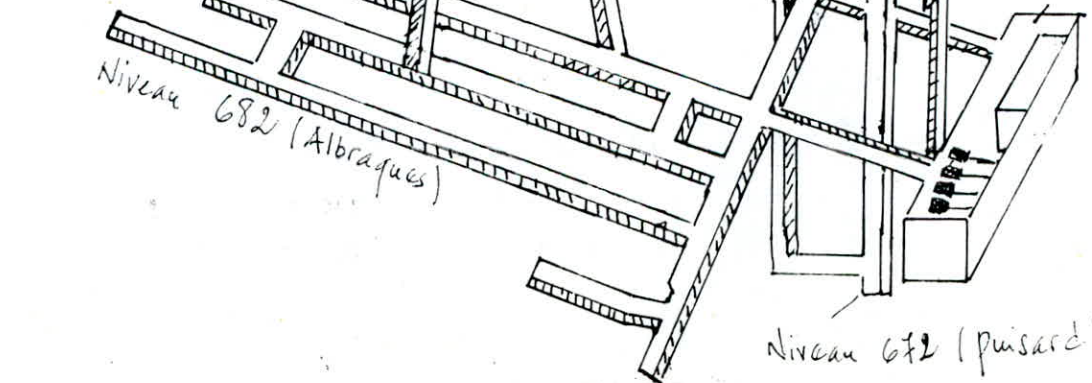
Niveau 835



Niveau 775



Niveau 692



Niveau 682 (Albraques)

Salle de pompage
Niveau 678

Niveau 672 (puisard)

Fig. 2

Les paramètres constructifs du système ont été effectués sur la base des propriétés physico-mécaniques du massif. Celles-ci ont été déterminées par l'application des méthodes universellement connues dans les conditions de laboratoire et naturelle. Sur la base de ces données et en prenant en considération l'évaluation visuelle du massif (minéral, intercalation marneuse, dolomie, calcaire dolomitique, ...) ont été déterminés les paramètres constructifs suivants :

- Largeur de la chambre : 6 m
- Largeur des piliers : 3 m
- Longueur du pilier : 6 m
- Distance entre les piliers : 4 m
- Hauteur du pilier : Puissance du banc minéralisé
- Longueur de la chambre : environ 60 m

A cause de la présence d'intercalation marno-argileuse au toit et au mur des couches minéralisées et dans le but d'augmenter la cohésion dans le contact, on utilise des piliers rectangulaires. Compte-tenu des travaux réalisés jusqu'à présent, on a constaté qu'il est plus rationnel de faire le traçage des chambres dans les blocs avec une largeur de 4 m (1m d'un côté et 3 m de l'autre à partir de l'axe). Si le toit est stable, le traçage de la chambre peut s'effectuer avec une largeur de 6 m.

Une fois le percement de la chambre est réalisé, on procède à un élargissement de 2 m (par secteur d'une longueur de 10m) de haut en bas. Cette manière de réaliser les travaux miniers, nous assure une plus grande stabilité du toit dans les chambres.

Cette méthode a pour objectif, l'extraction du minerai par un système de chambres et piliers tout en assurant la stabilité de l'espace vide (exploité). Actuellement les mines exploitées par cette méthode nécessitent des schémas géométriques parfaitement réguliers afin d'assurer une bonne organisation des chantiers mécanisés.

Cette méthode d'exploitation permet d'avoir un taux de défrêtement de 40 à 70 %. Elle est applicable pour des gisements ayant un faible pendage. Le dépilage est réalisé de façon à laisser en place des piliers en minerai d'une capacité por tante suffisante à maintenir l'espace vide en état d'équilibre parfait.

L'utilisation de cette méthode pour divers gisements des minéraux utiles est favorisé par la facilité de sa mise en oeuvre et son rendement. La profondeur limite d'exploitation dépend de la nature et de la valeur du minerai ainsi que des propriétés physico-mécaniques de la masse rocheuse.

Ainsi, il s'avère que certains nombres de facteurs influent directement sur le choix du schéma technologique et de la méthode d'exploitation, citons :

- Dimensions des piliers et la distance qui les sépare
- Puissance de la masse rocheuse
- Profondeur du gisement
- L'angle de pendage des couches minéralisées
- Propriétés du massif
- Durée de vie de l'espace exploité

- Taux de salissage
- Pourcentage des pertes
- Prix de revient du minerai
- Nature, composition et état physique de la partie du massif provoquant des pressions sur le toit.

- CHAPITRE IV -

IV. 1) Pronostique des venues d'eau jusqu'à l'épuisement du gisement dans la mine de Kherzet Youssef.

Pour tout le calcul des venues d'eau, on considère la chambre pompage niveau 678, les albraques niveau 682 et la galerie principale de roulage niveau 692 comme un seul niveau et sera nommé troisième niveau.

Les paramètres hydrogéologiques ont été extraits des ouvrages suivants

- Rapport sur les résultats de dénoyage et les observations hydrogéologiques de la mine de Kherzet Youssef pour la période (15.12.1975) au 30.04.1979) BGM 1979.
- Rapport hydrogéologique sur le suivi des travaux lors de l'exploitation du gisement de Kherzet Youssef (Avril 82-87). Complexe minier de Kherzet Youssef 1987 (rapport annuel).

Les prévisions ont été calculées selon trois méthodes.

IV. 1a) Méthode analytique "Valeur du rabattement du niveau aquifère"

Le débit pour un niveau "i" est connu, le débit au niveau "i + 1" sera déterminé d'après la formule suivante (guide de l'hydrogéologie Leningrade géotoptechisdate sous la rédaction de V.M Maximov page 381.

$$Q_{i+1} = Q_i \cdot \sqrt{\frac{S_{i+1}}{S_i}} \cdot \sqrt{\frac{F_{i+1}}{F_i}}$$

où,

$Q_{i+1} = Q_3$ - débit prévu au niveau 682 - 692 en M^3/H

$S_i = 1 = S_2 = 248$ m rabattement au niveau 682. La côte 930 est le niveau statique de l'eau.

$Q_i = Q_2 = 740 \text{ m}^3/\text{h}$ - le débit au niveau 775

$S_i = S_2 = 930 - 775 = 155 \text{ m}$ - rabattement au niveau 775

F_{i+1} - superficie totale des ouvrages miniers niveau 682 - 692

F_i - superficie totale des ouvrages miniers niveau 775

$F_{i+1} = F_i$

Alors la formule se réduit à :

$$Q_3 = Q_2 \sqrt{\frac{S_3}{S_2}}$$

Application numérique

$$Q_3 = 740 \sqrt{\frac{248}{155}} = 936 \text{ m}^3/\text{h}$$

donc, le débit prévisionné au niveau 682 - 692, en utilisant la première méthode est de l'ordre de 936 m³/h.

IV - 1 - b) - METHODE ANALOGIQUE PAR CORRECTION DES ANCIENNES PREVISIONS :

Cette méthode est très simple, mais n'a pas d'argument théorique on considère les prévisions de 1976.

NIVEAUX (m)	DEBIT (m ³ /h)
775	464
715	596
655	700

Par interpolation, on obtient un débit de 653 m³/h pour le niveau 682 - 692.

Or, le débit réel pour le niveau 775 est de 740 m³/h, donc le coefficient de correction est de 1,59.

Alors $Q_3 = 653 \times 1,59 = 1038 \text{ m}^3/\text{h}$.

IV - 1-c) - METHODE HYDROGEOLOGIQUE D'APRES TROYANSKI DJTE DU "GRAND PUIS" :

La méthode la plus souvent utilisée est dite du grand puits proposé par TROYANSKI, en se basant sur la formule du DUPUIS (Eau souterraine dans les mines. MOSCOU 1957 d'après PLATNJKOV - SJROVATKO - CHTEGOLEV page 251.

$$Q = \frac{1,366.K (2H - S).S}{\text{Log } R - \text{Log } r_0}$$

Q - débit en m³/24h

S - rabattement respectif à partir du niveau statique en m

H - épaisseur de la nappe aquifère en m

K - coefficient de perméabilité en m/24h

R - rayon d'influence en m

Par manque d'observation dans les forages piezométriques, le rayon d'influence ne peut être calculé par une formule théorique, donc on utilise une formule empirique de KOUSSAKINE.

$$R = r_0 + 25\sqrt{K.H}$$

$$r_0 = \sqrt{\frac{F}{\pi}} \quad - \text{ rayon des ouvrages miniers en m}$$

F - surface théorique des ouvrages miniers, la surface a été déterminée par une méthode géométrique sur un plan de 1/500 d'échelle

$$F = 31029 \text{ m}^2.$$

$$r_0 = \sqrt{\frac{31029}{3,14}} = 99,40 \text{ m}$$

Ensuite, on calcul K et R, après transformation, la formule du débit se présente comme suit :

$$K = \frac{Q2 (\text{Log } R2 - \text{Log } r_0)}{1,366 (2H - S2) . S2}$$

Pour le niveau 775

$$H = 476,9 \text{ m} ; \quad Q2 = 740 \text{ m}^2/\text{h} = 17760 \text{ m}^3/24\text{h} ; \quad S2 = 155$$

$$K = \frac{17760 (\text{Log } R_2 - \text{Log } 99,4)}{1,366 (2.476,9 - 155) 155} = 0,105 \text{ Log } \frac{R_2}{99,4}$$

Au cours de calcul, l'index n° 2 et n° 3 indiquent respectivement le 2eme et le 3eme niveau.

$$R_2 = 99,4 + 6770 \sqrt{K}$$

$$K = 0,105 \text{ Log } \frac{R_2}{99,4}$$

R (m)	9000	3000	4000
K (m/24h)	0,139	0,155	0,187

$$K = 0,105 \text{ Log } \frac{R}{99,4}$$

$$K = 0,15 \text{ m/24 h}$$

K (m/24h)	0,1	0,2	0,3
R (m)	2240	3127	3807

$$R = 99,4 + 6670 \sqrt{K} \quad ; \quad R = 2720 \text{ m}$$

Une fois le coefficient de perméabilité "K" et le rayon d'influence "R" sont déterminés, alors on peut calculer le débit pour chaque niveau et en particulier le niveau 682 - 692.

$$Q_3 = \frac{1,366 K (2H - S_3) \cdot S_3}{\text{Log } R_3 - \text{Log } r_0}$$

$$R_3 = 99,4 + 2.248 \sqrt{0,15 \cdot 476,9} = 4249 \text{ m}$$

$$H = 476,9 \text{ m}; \quad S_3 = 930 - 682 = 248 \text{ m} \quad ; \quad K = 0,15 \text{ m/24h}$$

$$Q_3 = \frac{1,366 \cdot 0,15 (2 \cdot 476,9 - 248) \cdot 248}{\text{Log } 4249 - \text{Log } 99,4} = 21936 \text{ M}^3/24\text{h}$$

$Q_3 = 914 \text{ m}^3/\text{h}$.

En tenant compte de l'injection de la cimentation du bétonnage et de la projection du béton réalisés par la Société BGM, les venues d'eau rencontrées au cours des travaux ne peuvent être cumulées et de ce fait le débit de l'eau est très fluctuant

Le débit total de la mine serait de $940 \text{ m}^3/\text{h}$

IV.2) - MESURES DE SECURITE EN CAS D'AVARIE DE L'EXHAURE

IV.2.A) - AVANT LE DEMARRAGE DE LA NOUVELLE STATION DE POMPAGE AU NIVEAU 682

1. En cas de coupure d'énergie de la ligne d'arrivée de SETIF : Branchement sur le ligne de secours d'AIN-OULMENE. En cas de coupure des deux lignes, démarrage des groupes électrogènes (en nombre de 4 se trouvent au jour). Assurer en priorité les besoins de l'exhaure.
2. En cas où une seule pompe principale est opérationnelle à cause de panne intervenues sur les vannes servo-commandes, automates et autres : Démarrage au niveau 775 de la pompe et de deux pompes immergées afin de garder le niveau de l'eau jusqu'à l'élimination de la panne.
3. En cas de manque de tension opérationnelle : branchement l'alimentation de réserve.
4. En cas de panne sur les cables d'alimentation des pompes principales, opérer avec l'exhaure de secours $450 \text{ m}^3/\text{h}$ jusqu'à élimination de la panne. Le débit supérieur à $450 \text{ m}^3/\text{h}$ est retenu par la porte hermétique.

IV.2.B) - APRES LE DEMARRAGE DE LA STATION PRINCIPALE DE POMPAGE AU NIVEAU 682 :

1. Lors d'un arrêt de la station provoquée par une avarie : l'eau du niveau 775 est déviée sur les abraques au niveau 682.

2. Les venues d'eaux éventuelles au niveau 692 sont refoulées au niveau 775 à l'aide de deux pompes dans le puisard et de deux pompes immergées d'une capacité totale de 720 à 760 m³/h.

C H A P I T R E -V-

V.1) - L'EXHAURE DANS LES MINES SOUTERRAINES

V.1.a) - GENERALITES :

L'eau qui se trouve abondant dans les mines souterraines est dirigée à travers le réseau de caniveaux dans les galeries et les travers-bancs, vers le point de rassemblement : l'albraque, située à proximité du puits.

L'albraque représente un réservoir creusé habituellement de 3 ou 4 mètres plus bas que le fond du puits. Sa capacité est telle qu'il puisse emmagasiner l'eau venant normalement pendant un certain temps, ce qui assure à la pompe un travail normal pendant un temps assez long, et d'un autre côté crée des conditions de sécurité aussi bien dans le cas d'une brusque augmentation d'arrivée d'eau que dans le cas d'une avarie ou d'une panne des pompes.

Les eaux de mine sont habituellement polluées et contiennent, en suspension, des boues ou de menus fragments de roches, c'est pourquoi l'albraque sert également pour la décantation des eaux. Le dépôt qui se forme dans le rapuroir doit être périodiquement enlevé.

Pour qu'il soit possible d'effectuer le nettoyage de l'albraque, on construit habituellement cette dernière en deux parties indépendantes ou en une seule mais divisée en deux par une séparation. Ces parties doivent être soigneusement isolées l'une de l'autre et avoir des sorties indépendantes afin qu'au cours de nettoyage d'une partie de l'albraque l'eau puisse s'accumuler dans l'autre partie.

Pour l'évacuation de l'eau de l'albraque à la surface, on emploie presque exclusivement des pompes centrifuges.

Suivant l'énergie utilisée, les pompes peuvent être électriques ou à vapeur. Pour l'exhaure, pendant l'exploitation, on utilise exclusivement les pompes électriques centrifuges.

Les pompes sont installées dans la salle des pompes située à proximité du puits qui contient la tuyauterie.

Actuellement, le travail des pompes se fait dans une grande mesure automatiquement, c'est à dire lorsque le plan d'eau arrive à un certain niveau, la pompe se met en marche automatiquement. Avec l'abaissement de l'eau en dessous du niveau donné, la pompe s'arrête.

V.2) - SCHEMA D'EXHAURE DU NIVEAU 678 (SE TROUVE AU NIVEAU 3) DE LA MINE DE KHERZET YOUSSEF :

Constitué d'une chambre de pompage et albraque, le complexe d'exhaure est situé aux niveaux 678 et 682. La chambre de pompage et les albraques sont disposés d'une manière bilatérale par rapport au puits. La liaison avec ce dernier est réalisée par des jonctions.

Le schéma d'exhaure prévoit un pompage directement vers la surface des eaux accumulées aux albraques. Le transfert des eaux à partir des niveaux supérieurs vers les albraques se fait de la façon suivante :

- 1 - A partir du niveau 775 : - par une installation
- 2 - A partir du niveau 692 : - Par une recoupe et la cheminée 4 à l'albraque 33.
- par la cheminée 5 à l'albraque 3.

La cheminée 4 est destinée au transfert des eaux claires de mine en appaition entre les cheminées 4 et 5 au niveau 692.

La cheminée 5 sert au transfert des eaux chargées provenant des couches en exploitation.

L'exhaure de secours est réalisé indépendamment de l'exhaure principal des pompes immergées sont mises en place dans la cheminée 1, afin d'envoyer si nécessaire, par des conduites les eaux du puisard aux albraques du 2eme niveau (niveau 775), l'eau sera refoulée ensuite vers le jour par l'ancienne station du 2eme niveau, celle-ci serait considérée comme une station de secours et complémentaire au système de secours installé au puisard.

L'exhaure du puisard est assuré par deux pompes, installées toujours dans la cheminée 1 pour évacuer les eaux par des conduites vers l'albraque I ou derrière la porte hermétique de la recoupe 1 reliant l'albraque I à l'albraque II.

V.2.1) - CHAMBRE DE POMPAGE :

Située au-dessous de la recette, au niveau 678, la chambre de pompage est distante de 12000 mm de l'axe du puits.

La liaison avec le puits est assurée par une jonction.

La liaison avec le niveau 692, par la cheminée 3 qui servira également au sortie de secours.

La liaison avec les albraques est réalisée par la galerie de jonction 4,

Cette galerie sera utilisée en tant que compartiment de passage et pour installation des conduites d'aspiration et de collecteur.

La galerie de jonction est creusée au niveau 678, elle est aménagée de porte hermétique.

Des portes hermétiques sont également mises en place à la jonction puits / chambre de pompage et à la sortie de la cheminée 3 au niveau 692.

De cette manière, il est assuré une pleine isolation de la chambre de pompage par rapport au puits et aux albraques.

Etant donné, les particularités du massif (terrains argileux, imbibé d'eau) dans la zone de la construction de la chambre de pompage, il est réalisé un soutènement par boulons d'ancrage, grillage et bétonnage des parois et du toit. Le coulage du béton au niveau de ce dernier est fait après la pose d'une armature métallique.

La chambre de pompage est réalisée dans les dimensions suivantes : Longueur " L_5 ". Elle est donnée par la formule suivante :

$$L_5 = n (L + g) + W$$

où

L_s - Longueur de la station de pompage en m

n - Nombre de pompes $n = 4$ (d'après (2))

L - longueur de la pompe + moteur $L = 6$ m

g - distance entre les pompes : $g = (2 \div 3)$ m

on prend $g = 3$ m

W - longueur de la galerie d'entretien : $W = (4 \div 6)$ m

on prend $W = 6$ m

donc

$$L_s = 4 (6 + 3) + 6 = 42 \text{ m}$$

$$L_s = 42 \text{ m}$$

- Largeur "l" elle est donnée par la formule suivante :

$$l = l_1 + l_2 + l_3$$

où

l - Largeur de la station de pompage en m

l_1 - largeur de fondation de la pompe : $l_1 = (1,6 \div 2)$ m

on prend $l_1 = 2$ m

l_2 et l_3 - espace entre la pompe et les parois de la station de pompage en largeur

$$l_2 = 2 \text{ m} \quad ; \quad l_3 = 2,3 \text{ m}$$

$$l = 6,3 \text{ m}$$

- Hauteur claire du pied droit $H = 5,3$ m

- Section claire $S_1 = 35,15 \text{ m}^2$

- Section d'avancement $S_2 = 42,80 \text{ m}^2$

+ Montage des équipements dans la chambre de pompage :

a) - Groupes pompes :

Les groupes pompes sont installés tout le long de la chambre de pompage sur un cadre rempli de béton et fixé sur le sol de l'ouvrage par des boulons d'ancrage. La hauteur de ce cadre dépasse de 800 mm le niveau 678.

+ Calcul des caractéristiques techniques des pompes :

• Calcul de la capacité de la pompe "Qp" en m³/h ; m³/min.

Le calcul de la capacité de la pompe est donné par la formule suivante :

$$Q_p = \frac{q_s \cdot 24}{t} ; (1)$$

où

Q_p - débit pompée par l'ensemble des pompes en m^3/min .

q_s - débit d'eau arrivant aux abraques en m^3/min .

$$q_s = 940 \text{ m}^3/h = 15,66 \text{ m}^3/min.$$

t - temps de travail de l'ensemble des pompes

$$t = 17 \div 20 \text{ heures} , \text{ on prend } t = 20 \text{ h}$$

donc

$$Q_p = \frac{15,66 \cdot 24}{20} = 18,79 \text{ m}^3/min.$$

Le débit $Q_p = 18,79 \text{ m}^3/min$ ne peut être pompé par une seule pompe. Dans notre cas les pompes choisies sont d'une capacité de l'ordre de $11 \text{ m}^3/min$.

Donc le nombre de pompes nécessaire afin d'assurer le refoulement de l'eau est :

$$n = \frac{18,79}{11} = 2 \text{ pompes}$$

On a 2 pompes en service, donc la capacité d'une seule pompe est :

$$q_p = \frac{Q_p}{2} = 9,4 \text{ m}^3/min$$

D'après les normes, lorsqu'on a deux pompes en service, il faut avoir une pompe en réserve et une autre en réparation.

Donc au total on a 4 pompes $\Rightarrow n = 4 \text{ pompes} (2)$

• Calcul de la puissance du moteur "Pp" en kW

Tout d'abord, on calcul la puissance de la pompe :

$$P_p = \frac{q_p \cdot H_m \cdot \gamma}{3600 \cdot 102 \cdot n}$$

où

q_p - débit pompé par une seule pompe

$$q_p = 9,4 \text{ m}^3/\text{min}$$

- poids volumique de l'eau

$$\gamma = 1020 \text{ T/m}^3$$

H_m - hauteur totale de refoulement qui est de 10 à 15% plus grande que la hauteur géodésique " H_{ge_0} "

$$H_m = H_{ge_0} + 0,15 H_{ge_0}$$

n - coefficient utile de travail de la pompe

$$n = 0,75$$

$$H_{ge_0} = 995 - 678 = 317 \text{ m}$$

$$H_m = 317 + 47,55 = 364,55 \text{ m} \approx 365 \text{ m}$$

donc

$$P_p = \frac{564 \cdot 365 \cdot 1020}{3600 \cdot 102 \cdot 0,75} = 762,5 \text{ KW}$$

Le calcul de la puissance du moteur est donnée par la formule suivante

$$P_m = \frac{1,1 \cdot P_p}{n_1}$$

où

n_1 - coefficient de transmission

$$n_1 = 0,95$$

$$P_m = \frac{1,1 \cdot 762,5}{0,95} = 882,9 \text{ KW}$$

Le calcul effectué ci-dessus, nous permet de choisir le type de la pompe qui est : OW 300 R, qui a pour caractéristiques (d'après le manuel de l'ingénieur Tome 2, Edition "SLASK KATOWICE 1975).

- | | |
|--|-------------------------------------|
| - Capacité | $Q_p = 11 \text{ m}^3/\text{min}$. |
| - Hauteur de refoulement | $H_m = 375 \text{ m}$ |
| - Puissance du moteur | $P_m = 900 \text{ KW}$ |
| - Type du moteur | asynchrone |
| - Tension d'alimentation | 6 KV. |
| - Démarrage indirect par transformateur automatique. | |

- Afin de neutraliser les effets nocifs et d'obtenir une fiabilité maximale de l'exhaure, les pompes sont d'une conception technique particulière, à savoir
- Turbine et diffuseurs en acier allié fort résistant à l'abrasion.
 - Système d'équilibrage, en mesure de fonctionner de façon correcte en présence de particules solides en quantités et dimensions telles qu'il est actuellement le cas de l'exhaure du niveau 775.
 - Palier côté refoulement : de conception permettant le fonctionnement de la pompe sans équilibrage, c'est à dire calculé pour prendre en charge la poussée axiale sur l'arbre, provenant des turbines.

b) - Conduites d'aspiration :

Les conduites d'aspiration sont en nombre de quatre. Elles sont installées le long de la galerie de jonction 4, reliant les collecteurs de service et de réserve aux pompes et fixées aux parois des ouvrages.

1- Calcul et choix du diamètre des conduites d'aspiration "dasp"

Le calcul du diamètre des conduites d'aspiration est donné par formule suivante :

$$d_{asp} = d_{refoulement} + 0,025$$

$$d_{ref} = \sqrt{\frac{q_p}{V_H \cdot \pi \cdot 900}}$$

V_H - vitesse découlement de l'eau en m/s

$$V_H = 1,5 \div 2,0 \text{ m/s}$$

$$d_{ref} = \sqrt{\frac{564}{1,5 \cdot 3,14 \cdot 900}} = 0,365 \text{ m} = 365 \text{ mm}$$

$$d_{asp} = 0,365 + 0,025 = 0,390 = 390 \text{ mm}$$

$$d_{asp} = 390 \text{ mm}$$

Suivant la disponibilité des conduites, on a choisis des tubes d'aspiration de diamètre 419 mm.

c) - Collecteurs d'aspiration :

Ils sont en nombre de deux : un en service et un autre en réserve
ils sont constitués aussi de tubes de diamètre 419 mm.

Les deux collecteurs d'aspiration sont placés devant la chambre
d'aspiration et reliés l'un à l'autre.

Cette position des collecteurs ainsi que le choix du diamètre des
conduites d'aspiration assurent un régime de fonctionnement tout
à fait favorable aux pompes, à savoir : fonctionnement en état
amorcé.

L'eau arrive à la pompe sous la force de gravité et non par aspiration,
ce qui empêche la vaporisation et la production du vide, et par consé-
quent, la cavitation.

Or, la pompe est protégée contre une usure accélérée

d) - Collecteurs de refoulement :

Ils sont en nombre de deux, disposés unilatéralement par rapport aux
pompes et fixés au sol de la chambre de pompage par des supports.

- Choix et calcul du diamètre des collecteurs de refoulement :

Le calcul du diamètre des conduites de refoulement est effectué au b.1.

$$d_{asp} = 365 \text{ mm}$$

donc on a choisis des tubes de diamètre 419 mm.

La liaison avec chaque pompe est réalisée au moyen des raccords, tubes
de diamètre 419 mm également, et deux vannes soupapes à action électri-
que. Ainsi le refoulement d'eau par chaque pompe se fait au choix :
soit vers l'une, soit vers l'autre conduite de refoulement.

e) - Pont roulant :

Destiné aux travaux de réparation et équipé d'un palan de capacité de
levage de 5 tonnes. Déplacement sur voie, soutenu par des consoles
espacées de 4 m et ancrées aux parois de la chambre de pompage, à
une hauteur de 4 m.

A l'aide du pont roulant, les équipements (pompes et moteurs) peuvent être transportés jusqu'à la voie de rail transversale, d'où une plate forme mobile, acheminés vers le puits.

f) - Pompes de drainage :

Les venues d'eau faisant apparition à la chambre de pompage sont des origines suivantes :

- Fuites accidentelles à partir des raccords de la tuyauterie
- Infiltration d'eau à travers le massif rocheux.

Les eaux infiltrées sont écartées par des tubes, placés derrière le béton dans les caniveaux, creusés le long des parois et aboutissant à un caniveau transversal. Ce dernier mène au réservoir à côté de la cloison étanche, d'où, par des tubes de diamètre 219 mm à vanne, ces eaux sont évacuées vers le puisard de puits.

L'eau, s'écoulant des pompes est conduite par des tubes, également au caniveau transversal, par suite vers le puisard de puits.

Lorsque le complexe d'exhaure fonctionne normalement, il assure le pompage des eaux à partir du puisard de puits vers les albraques.

La pompe de drainage doit permettre l'évacuation des eaux vers les albraques en cas d'avarie. Elle est installée dans le réservoir à côté de la cloison étanche. Par ce système, les eaux dans le réservoir sont envoyées aux albraques.

Il est à noter que lorsque la pompe A est en service, la vanne de la pompe de drainage doit être entièrement fermée.

Calcul des caractéristiques techniques de la pompe de drainage :

$$(1) \quad Q_p = \frac{q_s \cdot 24}{20}$$

où $q_s = 150 \text{ m}^3/\text{h}$

$$Q_p = \frac{150 \cdot 24}{20} = 180 \text{ m}^3/\text{h} = 3 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$(2) \quad P_p = \frac{Q_p \cdot H_m.}{3600 \cdot 102 \cdot n}$$

$$(3) \quad H_m = H_{geo} + 0,15 h_{geo}$$

$$H_{geo} = 682 - 672 = 10 \text{ m}$$

$$H_m = 10 + 1,5 = 11,5$$

$$(2) \quad P_p = \frac{180 \cdot 11,5 \cdot 1020}{3600 \cdot 102 \cdot 0,62} = 9,3 \text{ KW}$$

$$(4) \quad P_m = \frac{1,1 \cdot P_p}{\eta_1} = \frac{1,1 \cdot 9,3}{0,95} = 10,8 \text{ KW}$$

$$(5) \quad d_{ref} = \sqrt{\frac{Q_p}{VH \cdot \pi \cdot 900}}$$

$$d_{ref} = \sqrt{\frac{180}{1,5 \cdot 3,14 \cdot 900}} = 206 \text{ mm}$$

Suivant la disponibilité, on choisit des conduites de refoulement de diamètre 219 mm.

En tant que pompe de drainage sera utilisée une pompe immergée de type KA 150R, qui a pour caractéristiques techniques

- Capacité	180 m ³ /h
- Puissance du moteur	18,5 KW
- Hauteur de refoulement	20 m

Il est à noter cependant que la position des pompes (à 600 mm) et des appareillages électriques (à 400 mm) au-dessus du niveau 678, permet le travail normal à la chambre de pompage en présence d'environ 100 m³ d'eau sans que cette dernière soit pompée.

i) - Appareillages électriques :

- Armoire de distribution principale sur laquelle sont connectés les câbles de service et de réserve sortant des cellules 14 et 8 de la sous station (située au jour niveau 995).

L'armoire de distribution principale est muni d'un sectionneur afin de permettre le remplacement d'un câble de service par celui de réserve.

. Armoire de démarrage avec auto-transformateurs :

Elles sont en nombre de quatre, chacune est reliée à l'armoire de distribution principale par des câbles d'alimentation de 6 KV. Ces armoires logent également les connexions de sortie des câbles alimentant les moteurs de pompes.

- Tableau de commande : permet le démarrage manuel des groupes pompes et le contrôle de leur fonctionnement.
- Armoire avec transformateur de 6 K/04/150 KV_a : assure l'alimentation à 380 V des servomoteurs de vanne des groupes ainsi que des pompes pour l'exhaure du puisard et des pompes de drainage.

Cette armoire est alimentée à partir de l'armoire de distribution principale. L'alimentation de réserve sera assuré à partir du transformateur au niveau 712.

Le tableau principal de commande est aménagé au niveau de la sous-station du complexe minier de KHERZET YOUSSEF.

L'armoire de distribution principale à la chambre de pompage est alimentée à partir des cellules 14 et 8 au niveau de la sous-station.

j) - Modes de fonctionnement des groupes pompes :

Afin d'améliorer au maximum les conditions d'exploitation le fonctionnement des groupes pompes s'effectue de manière entièrement automatique sous commande et contrôle à distance (à partir du tableau principal à la sous-station).

Le fonctionnement en mode manuel est assuré à partir du tableau de commande à la chambre de pompage.

L'émission simultanée de commande à partir des deux tableaux n'est pas possible grâce au système de verouillage.

En mode manuel, le système de protection fonctionne automatiquement.

Le fonctionnement en mode automatique s'effectue à partir du tableaux principal de commande au niveau de la sous-station.

La sélection du mode de fonctionnement (automatique ou manuel) se fait par l'opérateur à la sous-station.

. Sélection du programme en mode automatique :

Manuellement par l'opérateur à la sous-station, celui-ci peut par exemple, choisir la combinaison suivante :

- Pompe "A" - première pompe de service
- Pompe "B" - deuxième pompe de service
- Pompe "C" - première pompe de réserve
- Pompe "D" - deuxième pompe de réserve.

- Sur un tel programme , la pompe "A" sera la première , mise en marche. Si, celà étant fait, le niveau d'eau aux abraques ne cesse pas d'augmenter, la pompe "B" démarre automatiquement.
- Lorsque pour une raison quelconque, la pompe "B" refuse de démarrer, la première pompe de réserve "C" s'actionne automatiquement. Au cas où elle aussi ne démarre pas, c'est la deuxième pompe de réserve "D" qui se met en marche à son tour.
- L'ordre de mise en marche des groupes en mode automatique est programmable. Des différentes combinaisons y sont possibles, mais toujours en tenant compte des heures en marche, effectuées chaque groupe et son état de fonctionnement.

* Sélection de la conduite

- Par l'opérateur de la sous station, sur le tableau principal. Lorsque deux pompes sont mises en marche parallèle, l'opérateur effectue sur le tableau la sélection de la conduite pour chacune d'elles.
- Au cas de révision de la tuyauterie, l'opérateur peut branché deux pompes sur une seule conduite.

* Sélection de l'abracque

- Par l'ouverture et la fermeture des vannes manuelles au niveau des chambres d'aspiration. La chambre sélectionnée (l'opérationnelle ou celle de service) est affichée sur les deux tableaux : chambre de pompage et sous station.
- La sélection de l'abracque n'est effectuée que lors des travaux de nettoyage.
- Une fois les opérations manuelles, décrites plus haut, exécutées, le fonctionnement en mode automatique des groupes pompes est réalisé à l'aide de plusieurs indicateurs.

.../...

- Deux jeux complets sont prévus : pour la chambre d'aspiration opérationnelle et pour celle de réserve respectivement , chaque ensemble d'indicateurs s'actionne en fonction de la mise en service de la chambre d'aspiration à laquelle, il est destiné.

- Chaque jeu est composé de six (6) indicateurs, répartis comme suit :

a/ - Indicateurs de niveau d'eau haut aux albraques

- Indicateurs n°1

. Met en marche autonome la première pompe de service, se le programme.

- Indicateur n° 2

. Placé plus haut que l'indicateur n°1.

. Met en marche la deuxième pompe de service, selon le programme.

. S'actionne lorsque le niveau d'eau à l'albraque continue à

s'élever, malgré la mise en marche de la première pompe de service.

. S'actionne aussi au cas de refus de l'indicateur n°1.

- Indicateur n°3 , de secours

. Situé à un niveau supérieur par rapport aux deux précédent

. S'actionne au cas de refus des indicateurs n°1 et 2

. Fournit le signal pour la mise en marche de la première pompe de service , et au bout d'un certain temps, de la deuxième signalisation lumineuse et sonore s'affiche en même temps au niveau des tableaux de commande : sous station et chambre de pompage.

b/ - Indicateurs de niveau d'eau bas aux albraques

- Indicateur n° 4

. Met en arrêt la première pompe de service.

- Indicateur n° 5

. Situé à un niveau plus haut que l'indicateur n°4.

. Met en arrêt la deuxième pompe de service.

- Indicateur n°6

. Placé à un niveau inférieur que celui des indicateurs n°4 et 5.

. S'actionne au cas de refus des indicateurs n°4 et 5.

. Fournit le signal d'arrêt pour les pompes de service, et produit une signalisation lumineuse et sonore aux tableaux de décommande: sous station et chambre de pompage.

.../...

. Le fonctionnement des groupes pompes en mode automatique présente les avantages suivants :

(a) - Au cas de refus de la première pompe de service, la commande pour la mise en marche de la deuxième est délivrée automatiquement, selon le programme sélectionné.

(b) - Possibilités de mise en marche manuelle des groupes à partir du tableau principal de commande à la sous station au où le niveau d'eau aux abraques est intermédiaire, c'est à démarrage manuel de la pompe de service avant que le signal soit émis par les indicateurs n° 1 et 2, après quoi celle-ci en mode automatique.

- Le démarrage manuel s'effectue en appuyant sur le bouton poussoir, y destiné sur le tableau de la sous station.

- Le fonctionnement en mode manuel des groupes pompes est à partir du tableau de commande et de tableau de démarrage avec autotransformateur situé à la chambre de pompage.

- Lors du fonctionnement en mode manuel, le système de taction s'actionne automatiquement.

- Séquence de mise en marche en mode manuel :

. Ouverture de la vanne d'aspiration : par bouton poussoir sur le tableau de commande à la chambre de pompage.

. Ouverture des vannes pour chasser l'air et contrôler la pression

. Démarrage du moteur : par bouton poussoir "DEMARRAGE" sur tableau de démarrage.

. Une fois la vitesse nominale de la pompe est atteinte, ouverture de la vanne de refoulement par bouton poussoir sur le tableau de commande de la chambre de pompage.

- Séquence d'arrêt des groupes pompes en mode manuel :

- Les opérations d'arrêt sont effectuées dans l'ordre inverse de celui de mise en marche, et notamment :

. Fermeture de la vanne de refoulement : à partir du tableau de commande de la chambre de pompage.

. Arrêt du moteur : à partir de l'armoire de démarrage avec auto-transformateur, de la chambre de pompage.

. Fermeture de la vanne d'aspiration à partir du tableau de commande de la chambre de pompage.

.../...

Nota :

1/ Le démarrage manuel de la pompe doit être effectué sur une vanne de défoisement fermée.

2/ Avant le procéder à l'arrêt manuel de la pompe, s'assurer que la vanne de refoulement est fermée.

- Les appareils électriques des groupes pompes comportent des dispositifs indicateurs, de verouillage et de déclenchement, comme suit :

- Dispositif verouillant la mise en marche simultanée de deux pompes.
- Indicateurs de température des paliers du moteur.
- Indicateurs de niveau d'huile des paliers de la pompe.
- Indicateurs de température des paliers de la pompe.
- Indicateurs de pression côté aspiration de la pompe.
- Indicateur de pression, côté refoulement de la pompe.
- Indicateurs de pression, des conduites "E" et "F".
- Indicateur de pression d'eau de la conduite d'équilibrage.
- Indicateur de pression d'eau de refroidement.
- Indicateur de niveau d'eau de la pompe.

V.2.2 / - Albraques

. Situées au niveau 682, en face de la chambre de pompage et dans la direction des couches minières.

. Reliées au puits par une jonction et la galerie de jonction 3 au niveau 682.

. Reliées à la chambre de pompage par la galerie de jonction 4, niveau 678 - 675.

- Les albraques sont en nombre de six :

.../...

.../...

ALBRAQUE I

. Séction moyenne	11,87 m ²
. Longueur	125 m
. Volume	1484m ³

ALBRAQUE II

. Séction moyenne	12,83 m ²
. Longueur	95 m
. Volume	1219m ³

ALBRAQUE III

. Section moyenne	12,55 m ²
. Longueur	103 m
. Volume	1293m ³

ALBRAQUE Ia

. Séction moyenne	10,16 m ²
. Longueur	70 m
. Volume	711m ³

ALBRAQUE Ib

. Séction moyenne	10,20 m ²
. Longueur	58 m
. Volume	592m ³

ALBRAQUE IIIa

. Séction moyenne	11,2 m ²
. Longueur	47 m
. Volume	526m ³

.../...

.../...

- Recoupe de jonction des albaques I et III

. Séction moyenne	8,37 m ²
. Longueur	7 m
. Volume	59 m ³

- Recoupe de jonction des albaques II et III

. Séction moyenne	9,29 m ²
. Longueur	6 m
. Volume	56 m ³

- Galerie de jonction 1

. Séction moyenne	10,77 m ²
. Longueur	71 m
. Volume	765 m ³

- Galerie de jonction 2

. Séction moyenne	10,17 m ²
. Longueur	44 m
. Volume	447 m ³

- Recoupe de jonction des albaques I et Ib

. Séction moyenne	7,5 m ²
. Longueur	14 m
. Volume	105 m ³

- Recoupe de jonction des albaques Ia et Ib

. Séction moyenne	7,5 m ²
. Longueur	7,5 m
. Volume	68 m ³

- Chambre d'aspiration opérationnelle

. Séction moyenne	10 m ²
. Longueur	9 m
. Volume	90 m ³

.../...

.../...

- Chambre d'aspiration de réserve

. Section moyenne	10 m ²
. Longueur	9 m
. Volume	90 m ³

- Le volume réel total au niveau des albraques, sans compter la chambre d'aspiration est de : 7398 m³.

- Le volume total au niveau des albraques est calculé, en utilisant la formule suivante :

$$V = t \cdot q_{a,s} \quad \text{en m}^3$$

où

$q_{a,s}$ - débit arrivant aux albraques ; $q_{a,s} = 15,66 \text{ m}^3/\text{min}$

t - Temps de remplissage des albraques, en heure

$t = 16 \text{ h}$ pour $q_{a,s} \leq 5 \text{ m}^3/\text{min}$

$t = 13 \text{ h}$ pour $5 < q_{a,s} \leq 10 \text{ m}^3/\text{min}$

$t = 10 \text{ h}$ pour $10 < q_{a,s} \leq 15 \text{ m}^3/\text{min}$

$t = 8 \text{ h}$ pour $q_{a,s} > 15 \text{ m}^3/\text{min}$

- Dans notre cas $q_{a,s} = 15,66 \text{ m}^3/\text{min} \Rightarrow t = 8 \text{ h} = 480 \text{ min}$.

$$V = 480 \cdot 15,66 = 7517 \text{ m}^3$$

Pour le calcul de la longueur des albraques, on utilise la formule suivante :

$$L = \frac{V}{2F} \quad \text{en mètre}$$

où

F - section transversale des albraques en m²

$F = 11,46 \text{ m}^2$

V - Volume des albraques en m³

$$L = \frac{V}{2F} = \frac{7488}{211,46} = 327 \text{ m}$$

Afin de rendre possible le drainage des eaux et en conséquence l'assainissement du niveau opérationnel, certains endroits des albraques (où les propriétés physiques et mécaniques de la roche conviennent) non laissés sans soutènement.

.../...

- Deux chambres d'aspiration sont réalisées : une opérationnelle et une autre de réserve.
- Les conduites d'aspiration avec les grilles des pompes sont installées aux chambres d'aspiration, et entre elles, le collecteur de refoulement.
- La chambre d'aspiration opérationnelle est située dans la galerie de jonction 1, au commencement de l'albraque II, un bassin de décantation des fines y est également prévu.
- La chambre d'aspiration de réserve est située au commencement de l'albraque I, elle ne sera utilisée que lors de nettoyage des albraques II, III et IIIa ou au cas d'avarie au niveau des aspirateurs dans la chambre opérationnelle. En dehors de ces services, la chambre d'aspiration de réserve ne sera pas remplie d'eau.

- Equipements

- 1/ Portes hermétiques : 2 pièces, installées à l'entrée des deux chambres d'aspiration.
- 2/ Portes hermetiques : 2 pièces, comme suit :
 - l'une, à l'entrée de l'albraque II, est prévue pour isoler l'albraque II de la galerie de jonction 1 ; cela fait le courant d'eau, provenant de l'albraque I, passe sur toute la longueur des albraques II et III avant d'arriver à la galerie de jonction 1 et de la chambre d'aspiration opérationnelle.
- Cette porte hermétique sera ouverte seulement lors du nettoyage de l'albraque I.
- L'autre, à la sortie de la chambre d'aspiration de réserve, elle sert à isoler cette dernière de l'albraque I.

.../...

.../...

3/ Porte hermétique : 1 pièces, installée dans la galerie de jonction des albraques I et II.

Cette porte hermetique est destinée à isoler les albraques I, Ia et Ib des albraques II, III et IIIa.

L'eau chargée, provenant des couches du niveau 692, est transférée par la cheminée 5 et l'albraque Ia.

Les eaux claires au niveau de la galerie et de la recette sont transférés par une recoupe et la cheminée 4 directement à l'albraque II.

Le trajet d'eau est le même s'il est nécessaire de nettoyer les albraques I, Ia et Ib. Lors des travaux de nettoyage aux albraques II, III et IIIa, les venues d'eau claire (avant la cheminée 5) sont évacuées vers le puisard du puits d'où vers l'albraque I, grâce aux pompes de l'exhaure du puisard.

4/ Conduites de diamètre 419 mm à collecteurs :

Destinées au pompage des eaux du puisard de puits vers l'albraque II ou derrière la porte hermetique dans la galerie de jonction des albraques I et II.

- Ainsi réalisée, la conséption technique des albraques présente des possibilités pour :

a/ Une décantation maximale des particules solides dans l'eau de mine. Pour profiter au plus de la surface de décantation, il est appliqué le schéma suivant :

- Portes hermétiques à l'entrée des albraques I et II, Fermées
- Porte hermétique de la chambre d'aspiration de reserve : ouverte.
- Porte hermétique de la jonction des albraques I et II : ouverte.
- L'eau chargée est transférée par la cheminée 5 à l'albraque Ia.

- Avant d'arriver à la chambre d'aspiration opérationnelle, les eaux de mine doivent parcourir un trajet égal à la longueur des albraques I, II, III (reunies) plus une partie de la galerie de jonction 1. Or une distance suffisante pour garantir la décantation des solides.

- Les calculs de la décantation sont données dans V3.

.../...

.../...

b/ Un nettoyage rapide et faciles des albraques.

A/ Nettoyage des albraques I, Ia, Ib et de la galerie de jonction 4, selon schéma ci-après :

- . Evacuation des eaux au niveau des albraques et du puisard de puits.

- . Ouverture de la porte hermétique de l'albraque I

- . Fermeture de la porte hermétique de la recoupe de jonction des albraques I et II, jusqu'à ce que cette porte soit fermée l'eau, s'écoulant vers le puisard de puits, est envoyée, si nécessaire, aux albraques du 2ème niveau (niveau 775) par des pompes de l'exhaure de secours.

- . L'eau chargée, provenant du niveau 692, est transférée à l'albraque II par la cheminée 4.

- De cette façon, les albraques I, Ia et Ib restent entièrement isolées des venues d'eau du puits.

- Sous la force de gravité, l'eau à l'albraque s'écoule vers le puisard du puits, d'où, elle est envoyée par des pompes d'exhaure du puisard ou de celui de secours, derrière la porte hermetique de la recoupe de jonction des albraques I et II.

- En ce qui concerne le nettoyage des dépôts, nous recommandons l'utilisation d'une chargeuse et de wagonnets de mine, après chargement, le materiel sera transporté jusqu'à la station de dosage au niveau 682, d'où évacué à la surface par le skip.

- Les schlams au niveau des chambres d'aspiration seront évacués au moyen d'une pompe à piston (pompe d'injection) dans les conduites du complexe d'exhaure. Pour le faire, au niveau 678, il faut installer des raccords avec des valves de retour auxquels sera liée l'installation de refoulement de la pompe à piston. Le côté aspiration de cette dernière sera lié au tube de diamètre 219 mm d'écoulement des chambres d'aspiration.

.../...

.../...

- La technique de nettoyage est la suivante :
- Les schlams à la chambre d'aspiration sont mélangés à de l'eau, après quoi, aspirés par la pompe à piston, ce qui, à travers la valve de retour, les envoie à la conduite principale d'exhaure (à condition qu'une des pompes soit en marche). Ainsi sous forme de boue, les schlams sont évacués au jour.

NOTA :

- Lorsque la pompe à piston est en marche, il faut observer les règles suivantes:

1/ Le refoulement de boue vers la conduite d'exhaure n'est possible que lorsque l'un des groupes pompes est en service.

2/ Une fois le refoulement de boue est arrêté, le groupe pompe doit fonctionner encore pendant 60 minutes (au moins).

B/ Nettoyage des albraques II, III, IIIa et de la galerie de jonction.

- Selon le même schéma, mais avec des groupes pompes liés la chambre d'aspiration de réserve.

Exhaure du puisard :

- Afin d'augmenter le volume du puisard, une galerie au soutènement en béton est réalisée au niveau 672. Elle est liée au niveau 682 par une galerie inclinée et une cheminée verticale. Dans cette dernière sont installées 2 pompes immergées destinées à évacuer l'eau, par des conduites de diamètre 219 mm, derrière la porte hermétique de l'albraque I. De même que derrière la porte hermétique dans la jonction des albraques I et II.

Les deux pompes de l'exhaure du puisard sont de type : KA 150 R et présentent les caractéristiques techniques suivantes :

- Capacité 3,6 m³/min
- Hauteur de refoulement 20 m
- Puissance du moteur 18,5 kW.

- Leurs alimentations et fonctionnement sont assurés à partir de l'armoire avec transformateur de 6/04/150 KVA à la chambre de pompage.

.../...

- La déscenderie (ou la galerie inclinée) permet de mécaniser le nettoyage du puisard par l'utilisation d'une chargeuse et des wagonnets de mine.

Exhaure de secours

- Etant donné, le complexe d'exhaure au niveau 775 est également maintenu, l'exhaure de secours est réalisé indépendamment de l'exhaure principal, c'est à dire en mesure de fonctionner de manière entièrement autonome.

- Deux pompes sont installées dans la cheminée 1 pour évacuer l'eau par deux conduites de diamètre 219mm, aux abraques du niveau 775.

- Les deux pompes sont de type BS 2400, et présentent les caractéristiques techniques suivantes :

- Capacité 180 m³/h
- Hauteur de refoulement 140m
- Puissance du moteur 90 KW

- Les deux pompes installées dans l'ancienne station d'exhaure (niveau 775) sont de type : CW 250 R, et présentent les caractéristiques techniques suivante :

- Capacité 450 m³/h
- Hauteur de refoulement 300 m
- Puissance du moteur 540 KW.

Conduites d'exhaure

- Le pompage des eaux du niveau 678 vers le jour est assuré grâce à deux conduites de diamètre 419 mm, fixées au béton du puits par détriers distants de 6m.

- Afin de parer aux coups de beler, les conduites d'exhaure sont également supportées tous les 50 m par une construction métallique ancrée.

- Des constructions de support solide en poutres métalliques sont réalisées aux niveaux 835 et 775.

- A la surface, les conduites d'exhaure aboutissent à la station de pompage jour par des valves à clapet qui servent à régler le débit à refouler par les pompes.

- Des valves de retour sont montées à la côte 756 afin d'obtenir une répartition plus régulière des pressions hydrauliques.

- Au puits, les tubes constituant les conduites sont assemblés par soudage.

.../...

.../...

V - 3 / Calcul de la décantation de l'eau de mine dans les albraques au niveau 682 de la mine KHERZET YOUSSEF

1/ Données de base

1/ Poids volumique de l'eau	1020 T/m ³
2/ Dureté de la particule	4
3/ Taille des particules maximales	1,5 mm
4/ Concentration des particules solides dans l'eau chargée	3,5g/l
5/ Débit d'eau chargé	600 m ³ /h
6/ Débit total de la mine	1200 m ³ /h
7/ Concentration des particules solides dans l'eau de mine	1,75 g/L

- L'eau de mine devient chargée au fur et à mesure de l'exploitation des couches minéralisées 50% du débit total de la mine provient des couches, ce sont donc des eaux chargées. Les 50% restants viennent par l'installation à siphon du niveau 775 et aussi par drainage des niveaux supérieurs.

8/ Section moyenne de l'albraque	$F = 10,8 \text{ m}^2$
9/ Longueur utile des albraques	$L = 411 \text{ m}$
10/ Vitesse moyenne de l'eau dans les albraques :	

$$V_m = \frac{Q}{F} = \frac{0,34}{10,8} = 0,031 \text{ m/s} = 3,1 \text{ cm/s}$$

- 11) . Tableau de la grandeur hydraulique des particules solides " W " Celle-ci définit la vitesse de décantation d'une particule solide en fonction de leur grandeur. La grandeur hydraulique est mesurée en unité de Cm/Sec. est déterminée par des essais de laboratoire.

Le tableau ci-après, donne la grandeur hydraulique en fonction du diamètre des particules.

"D". Diamètre des particules (mm)	"W". Grandeur hydraulique (Cm/Sec.)
3,00	19,25
2,50	17,65
2,00	15,29
1,50	12,56
1,00	9,44
0,90	8,75
0,80	8,07
0,70	7,32
0,60	6,48
0,50	5,40

0,40	4,32
0,35	3,78
0,30	3,24
0,25	2,70
0,20	1,16
0,15	1,156
0,10	0,692
0,05	0,173
0,02	0,020
0,01	0,0049

2) . D é c a n t a t i o n .

Faute de la granulométrie des dépôts courbe granulométrique on accepte celle-ci après, qui peut être considérée comme statistiquement moyenne pour des eaux ordinaires dans la nature (cours d'eau etc...,) où la concentration des particules solides en suspension est exprimée en unité de kilogramme par mètre cube d'eau (Kg/m³)

	1	2	3	4	5	6	7	8
mm)	1,5 - 0,5	0,5 - 0,25	0,25 - 0,1	0,1 - 0,05	0,05 - 0,02	0,02 - 0,01	au dessus de 0,°1	TOTAL
(%)	15	3	7	14	45	15	1	100
(M/Sec)	87,3	39,7	15,9	4,03	0,84	0,12	0,02	
w_i	1309,5	119,1	111,3	56,4	37,8	1,8	0,02	1635,92

où

D_i . Diamètre des particules admis pour la i ème des fractions de dépôts.

P_i . Taux de pourcentage admis pour la i ème des fractions de dépôts.

w_i . grandeur hydralique pour la i ème des fractions de dépôts.

V . 3.1) Distance nécessaire à la décantation "L"

V. 3.1-a) Alkaques nettoyées (profondeur maximale de la couche d'eau).

V.3.1 a1) Pour des particules dont la grandeur est inférieure à 0,01 mm

$$L = \frac{H \cdot V_m \cdot \rho}{C \cdot w_7} \cdot Q$$

où,

H. Profondeur maximale de la couche d'eau ; $H = 3\text{m}$

V_m . Vitesse moyenne de l'eau dans les albraques $V_m = 0,031\text{ m/s}$

. Concentration des particules inférieures à $0,01\text{ mm}$

$$\rho = \frac{1 \times 1,75}{100} = 0,0175\text{ Kg/m}^3$$

Q. Débit de la mine : $Q = 1200\text{ m}^3/\text{h}$

C. Constante rendant compte de l'augmentation du poids volumique, étant donné que les particules sont imprégnées d'eau. $C = 100$

W_7 - grandeur hydraulique

$$W_7 = 0,00002\text{ m/s}$$

$$L = \frac{3 \times 0,031 \cdot 0,0175 \cdot 1200}{100 \cdot 0,00002} = 976,5\text{ m}$$

De ce qui précède, il est évident que dans les paramètres nés des albraques les particules inférieures à $0,01$ ne se prêtent pas à la décantation; par conséquent; elle seront entraînées dans les groupes pompes.

V .3.1 a.2) pour des particules dont la grandeur va de $0,02\text{ mm}$ à $0,01\text{ mm}$

$$L = \frac{H \cdot V_m \cdot \rho \cdot Q}{C \cdot W_6}$$

H - profondeur maximale de la couche d'eau = H 3m

Vm. vitesse de l'eau dans les albraques : Vm = 0,031 m/s

. concentration des particules ayant une grandeur de 0,02 à 0,01 mm

$$\rho = \frac{15 \times 1,75}{100} = 0,26 \text{ Kg/m}^3$$

Q . débit de la mine $Q = 1200 \text{ m}^3/\text{h}$

C . constante rendant compte de l'augmentation du poids volumique étant donné que les particules sont imprégnées d'eau

$$C = 100$$

w₆ . grandeur hydraulique

$$w_6 = 0,0018 \text{ m/s}$$

$$L = \frac{3 \cdot 0,031 \cdot 0,26 \cdot 1200}{100 \cdot 0,0018} = 161 \text{ m}$$

Il en résulte que dans les parmaètres donnés des albraques les particules de 1,5 à 0,01 mm se pretent à la décantation.

V . 3.1 .B) Alnraques envasées (profondeur minimale de la couche d'eau)

V . 3.1.B1) Pour des particules dont la grandeur va de 0,02 mm à 0,01 mm

$$L = \frac{H_i \cdot V_m \cdot \rho \cdot Q}{C \cdot w_6}$$

où,

H_1 . profondeur minimale de la couche d'eau lorsque les albraques sont complètement envasées.

$$H_1 = 0,4 \text{ m}$$

V_m . vitesse de l'eau dans les albraques

$$V_m = \frac{Q_1}{F_1}$$

Q_1 . débit de la mine

$$Q = 0,34 \text{ m}^3/\text{s}$$

F_1 . section de l'albraque

$$F_1 = B \times H_1$$

B . largeur des albraques

$$B = 3,6 \text{ m}$$

$$F_1 = 3,6 \cdot 0,4 = 1,44 \text{ m}^2$$

$$V_m = \frac{0,34}{1,44} = 0,236 \text{ m/s}$$

2 . concentration des particules de 0,02 mm à 0,01 mm

$$2 = \frac{-15 - x - 1,75}{100} = 0,62 \text{ kg/m}^3$$

$$Q = 1200 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$C = 100$$

$$W_6 = 0,0018 \text{ m/s}$$

$$L = \frac{0,4 \cdot 0,236 \cdot 0,26 \cdot 1200}{100 \cdot 0,0018} = 163 \text{ m}$$

Il est évident donc que les paramètres donnés des albraques assurant la décantation des particules de 1,5 mm à 0,01 mm dans les conditions d'envasement.

V. 3.2) . Particules solides en suspension dans l'eau.

Lorsque la concentration des particules solides dans le débit entrant de 1,75 Kg/M³ et celle dans le débit sortant de 0,0175 Kg/m³, la décantation est assurée à :

$$\frac{1,75 - 0,0175}{1,75} \times 100 = 99 \%$$

V. 3.3) . Couche de dépôts formée en 24 heures aux albraques.

On calcul tout d'abord, le volume de dépôts formé en 24 heures aux albraques.

$$V = \frac{(C_1 + C_2) \cdot Q \cdot 24}{J}$$

où,

C_1 . Concentration de dépôts dans le débit entrant aux albraques

$$C_1 = 1,75 \text{ Kg/m}^3$$

C_2 . Concentration de dépôts dans le débit sortant aux albraques

$$C_2 = 0,0175 \text{ Kg/m}^3$$

Q. débit de la mine

$$Q = 1200 \text{ m}^3/\text{H}$$

J. poids volumique des particules

$$J : 2855 \text{ kg/m}^3$$

$$V = \frac{(1,75 + 0,0175) \cdot 1200 \cdot 24}{2855} = 17,82 \text{ m}^3$$

$$D = \frac{V}{B \times L}$$

où,

D. épaisseur de la couche décantée en 24 heures

V. volume de dépôts

$$V = 17,82 \text{ m}^3$$

B. Largeur des albraques

$$B = 3,6 \text{ m}$$

L. distance de décantation

$$L = 161 \text{ m}$$

$$D = \frac{17,82}{3,6; 161} = 0,031 \text{ m} / 24 \text{ heures} = 3,1 \text{ cm} / 24 \text{ heures}$$

V. 3.4) . Calcul du temps d'envasement complet.

Longueur utile à l'envasement :

Albraques I, I^a et I^b + Galerie de jonction = 261 m

$$L_1 = 261 \text{ m}$$

. Temps d'envasement "T"

$$T = \frac{H}{D_1} \quad 24 \text{ heures}$$

où,

T. temps d'envasement de 163 m des albraques.

H. hauteur d'albraque pouvant être de l'envasement

$$H = 2,6 \text{ m}$$

D_1 . degré d'envasement pour 24 heures

$$D_1 = 0,03 \text{ m} / 24 \text{ heures}$$

$$T = \frac{2,6}{0,031} \times 24 = 83,87 \times 24 \text{ heures}$$

$$T_1 = \frac{T \times L_1}{L}$$

T_1 . temps d'envasement de toute la longueur utile des albraques à savoir : I, I^a, I^b

T. temps d'envasement de 163 m des albraques.

L_1 . longueur utile : albraques I, I^a, I^b pouvant permettre une décantation intensive.

$$L_1 = 261 \text{ m}$$

$$L = 163 \text{ m}$$

$$T_1 = \frac{83,87 \cdot 261}{163} = 134,29 \times 24 \text{ heures} = 5 \text{ mois}$$

V. 3.5) . CONCLUSION.

Les calculs effectués, démontrent que la longueur des albraques liées l'une à l'autre, est suffisante pour assurer une décantation à 99 %, c'est à dire, le débit aspiré dans les groupes pompes sera constitué pratiquement d'eau claire.

Dans les calculs, les valeurs prises en considérations pour certaines données de base, donnent (par rapport aux réelles) des résultats plus petits, comme par exemple.

- a) Concentration des particules solides dans l'eau chargée 3,5 kg/m³ (admise) contre 3,10 Kg/m³ (réelle).
- b) Débit de l'eau claire entrant dans les albraques 600 m³/h (admis) contre 940 m³/h (réel).
- c) On n'a pas tenu compte de la longueur totale des albraques. En tant que distance utile de d"cantation est considérée de longueur des trois albraques successivement liées sans compter niches qui constituent également des surfaces de décantation intensive.
Finalement, tout ceci permettra le nettoyage de 7 à 8 mois.

VI) . CONCLUSION GÉNÉRALE

Réalisé, d'après les solutions techniques, précédemment exposées, le complexe d'exhaure assure:

- a) La surface de décantation maximale
- b) La meilleure de décantation possible des particules solides dans l'eau et par conséquent le meilleur régime de fonctionnement des groupes pompes.
- c) Des possibilités pour un nettoyage facile et rapide des albraques
- d) la situation des albraques telle qu'elle permet le drainage d'une partie considérable de débit de la mine, c'est à dire la masse des particules solides aspirée par les pompes est diminuée.
- e) Malgré, les conditions assurées à la décantation, les meilleures possibles, les groupes pompes sont aptes à fonctionner d'une manière correcte et durable même en présence des particules solides en quantité et dimensions supérieures par rapport aux attendues.
- f) Malgré, les conditions assurées à la décantation, les meilleures possibles, les groupes pompes sont aptes à fonctionner d'une manière correcte et durable même en présence des particules solides en quantité et dimensions supérieures par rapport aux attendues.
- g) La capacité d'une pompe est assurée jusqu'à l'épuisement du gisement

- g) *La marche automatique des pompes permet de réduire l'effectif des mineurs.*

BIBLIOGRAPHIE

- . *Exploitation des mines* BOKY
- . *Manuel de l'ingénieur* V.A GREBENUQUE
- . *Poradnik Gornika* WYDAWNICTWO
- . *Guide de l'hydrogéologie* V.M. MAXINOV
- . *Eau souterraine dans les mines* PLATNIKOV

