

# ETAT ACTUEL

DE LA

## QUESTION DES CREUSEMENTS DE PUIXS

EN ALLEMAGNE

PAR

M. BODART

Ingénieur civil des Mines.  
Ingénieur électricien

[62225(4356)]

---

L'une des questions les plus compliquées de l'art des mines est sans contredit celle du creusement des puits. La multiplicité, la diversité et la complexité des difficultés qui s'y rencontrent, sont telles que l'ingénieur trouve toujours dans ces travaux un champ d'études attrayantes et instructives. Cet intérêt ne fait d'ailleurs que croître à mesure que l'industrie se voit amenée à réaliser la mise en valeur de gîtes minéraux enfouis sous des épaisseurs de morts terrains de plus en plus considérables; car en même temps que cette épaisseur augmente, les chances d'insuccès se multiplient et se compliquent soit du fait de l'aggravation des difficultés jusqu'à là vaincues, soit de la possibilité d'en rencontrer de nouvelles. D'autre part, les progrès constants de la technique ont pour conséquence de simplifier les méthodes connues ou de provoquer la création de solutions nouvelles.

A cette heure où l'attention d'un grand nombre d'ingénieurs belges se concentre sur ces problèmes, il n'est peut-être pas sans utilité de réunir quelques renseignements

sur l'état actuel de la question des creusements de puits dans l'Allemagne du Nord.

Il s'agit en effet de régions où l'activité minière, quoique déjà ancienne, est toujours des plus intenses et dont les conditions de gisement, relativement aux morts-terrains, sont parmi les plus défavorables qu'on ait rencontrées jusqu'à ce jour.

Pour la rédaction de cet article, nous avons utilisé principalement les notes d'un récent voyage d'études, ainsi que certaines publications allemandes d'actualité sur le même sujet.

Nous passerons en revue les diverses méthodes dans l'ordre habituellement suivi. Quant aux considérations générales sur le choix et l'application des méthodes, nous les supposerons connues et nous nous bornerons, le cas échéant, à renvoyer aux travaux originaux.

## CHAPITRE I<sup>er</sup>

### Méthodes de creusement avec épuisement.

La méthode à niveau vide est toujours celle qui est préférée, en raison de sa simplicité, de son économie et des avancements considérables qu'elle permet de réaliser. Dans ces derniers temps, ce procédé a encore subi de nombreux perfectionnements en ce qui concerne l'organisation du travail et l'épuisement des eaux.

C'est en grande partie à M. Tomson, Directeur général des charbonnages de Dahlbüsch, que nous devons les progrès réalisés dans l'une et l'autre direction. En 1892, il appliquait, pour la première fois en Allemagne, le creusement et le revêtement simultané aux puits de Preussen et de Gneisenau. Depuis lors, l'expérience qu'ont acquise les exploitants allemands dans ce genre de travaux a conduit à d'autres modifications, — particulièrement en ce qui

concerne l'organisation même du travail, — qui ont permis de réaliser des avancements très considérables. A titre d'exemples, nous citerons entre autres les deux puits de la *George-Marien Hütte*, où l'avancement mensuel moyen a atteint 48<sup>m</sup>20 de puits creusé et murillé, avec un maximum de 61 mètres. Cette vitesse a encore été dépassée à Waltrop, où on a fait 63 mètres; à *August-Victoria* (Sinsen), 68 mètres; et aux charbonnages des usines Maximilian, près de Hamm, où on a atteint 69 mètres.

Afin de donner une idée de la disposition des travaux dans cette méthode, telle qu'elle est appliquée en Allemagne, nous décrirons l'exemple des deux puits des charbonnages fiscaux de Waltrop, dont il nous a été permis de suivre le creusement.

#### CHARBONNAGES FISCAUX DE WALTROP

(*Königliche Steinkohlenbergwerk Waltrop*).

Parmi les puits situés dans la partie du bassin westphalien recouverte par la plus grande épaisseur de morts-terrains, se trouvent ceux des charbonnages fiscaux de Waltrop. La coupe des terrains y est la suivante :

Puits n° 1	Distance entre les puits : 85 mètres.	Puits n° 2
MÈTRES		MÈTRES
0 - 7 . . .	limon . . .	0 - 5
7 - 22 . . .	sables bouillants . . .	5 - 16
22 - 600. . .	marnes crétacées . . .	16 - 600
Vers 600. . .	houiller . . .	Vers 600

Pour traverser les terrains quaternaires et tertiaires, on résolut d'employer le procédé de la trousse coupante, et vu la nature argileuse de ces couches, on fit choix de tours en fonte.

L'approfondissement dans les terrains crétacés s'exécuta dans la partie supérieure aquifère, avec revêtement métal-

lique, et dans les couches plus profondes, par creusement et revêtement en maçonnerie simultanés. Vu la possibilité de rencontrer des venues d'eau importantes, on a prévu l'installation d'un système d'épuisement Tomson, et même l'emploi du procédé Kind-Chaudron.

*Détails du creusement.* — Au puits n° 1, une première tour, de 6<sup>m</sup>20 de diamètre, s'arrêta à 14<sup>m</sup>50 de profondeur. Une seconde, de 5<sup>m</sup>80 de diamètre intérieur, descendit jusque dans les premières couches du crétacé et s'y arrêta. La rencontre de venues d'eau importantes, atteignant jusque 4 mètres cubes de débit par minute, força à prolonger ce cuvelage jusque 42 mètres de profondeur, par un revêtement en fonte de même diamètre.

Au puits n° 2, la marche du travail fut analogue, mais vu l'épaisseur moindre des terrains superficiels, la tour descendante de 6<sup>m</sup>20 put les traverser complètement; le diamètre fut réduit par après à 5<sup>m</sup>80 par la pose du cuvelage.

Le creusement dans les marnes, fait dans la partie à maçonner sur un diamètre de 6<sup>m</sup>60, ne présente pas de particularité bien remarquable. Néanmoins, les résultats obtenus témoignent d'une judicieuse organisation du travail.

Le creusement se fait en quatre postes de six heures comprenant chacun douze à quinze avaleurs. Le nombre des trous de mine, profonds de 2<sup>m</sup>50 à 3 mètres et forés à la main, est de 24 à 26, dont la moitié environ pour le déchaussement. L'explosif employé est la dynamite; on compte qu'il faut en moyenne 40 à 50 cartouches de 80 grammes par mètre d'avancement dans les marnes du crétacé.

Le tir des mines, en deux volées, se fait électriquement de la surface, à l'aide du courant fourni par une dynamo sous une tension de 120 volts. Le câble, suspendu dans la colonne des guidons d'aérage, aboutit à l'interrupteur placé

dans une caisse à double serrure. L'une des clefs est en la possession du surveillant des travaux, l'autre confiée au chef de poste; de la sorte, on évite toute fermeture intempestive du circuit.

L'extraction des déblais se fait simultanément avec la construction du revêtement provisoire. On emploie pour ce dernier des anneaux en fer **C**, composés de 6 1/2 segments dans la partie maçonnée et de 6 segments dans les parties cuvelées. Les anneaux sont réunis par 13 tirants de section ronde. Le soutènement est complété par la pose d'un revêtement de madriers.

L'aérage est assuré par un ventilateur Pelzer, de 75 centimètres de diamètre d'ailes, attaqué directement par une machine à vapeur de 6 chevaux. Ce ventilateur, installé au niveau de la recette supérieure, aspire directement sur une colonne de guidons de 60 centimètres de diamètre.

Des lampes à l'huile et à l'acétylène servent à l'éclairage.

Les lampes à l'acétylène que nous avons vu employer à ce fonçage, sont très simples et donnent pleine satisfaction.

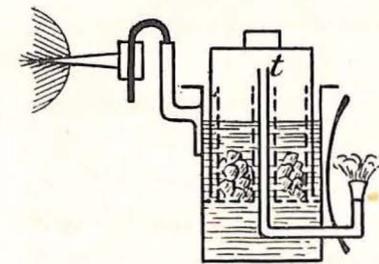


Fig. 1

La lampe (fig. 1) se compose d'un premier réservoir, de section rectangulaire, dans lequel on verse le liquide. Quant au carbure de calcium, il est tenu en suspension dans le liquide par un second réservoir qui s'emboîte télescopiquement dans le premier et dont la paroi inférieure est à claire voie. Le gaz formé arrive à la partie supérieure de ce second réservoir, d'où il peut s'échapper par un tuyau *t* jusqu'au bec papillon. Le pouvoir éclairant est encore augmenté par un réflecteur placé contre l'une des parois.

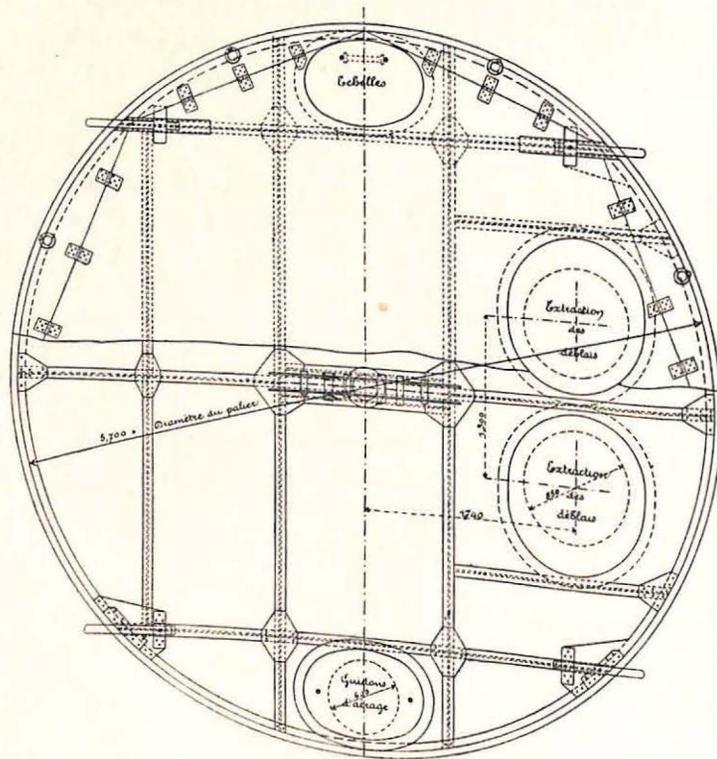
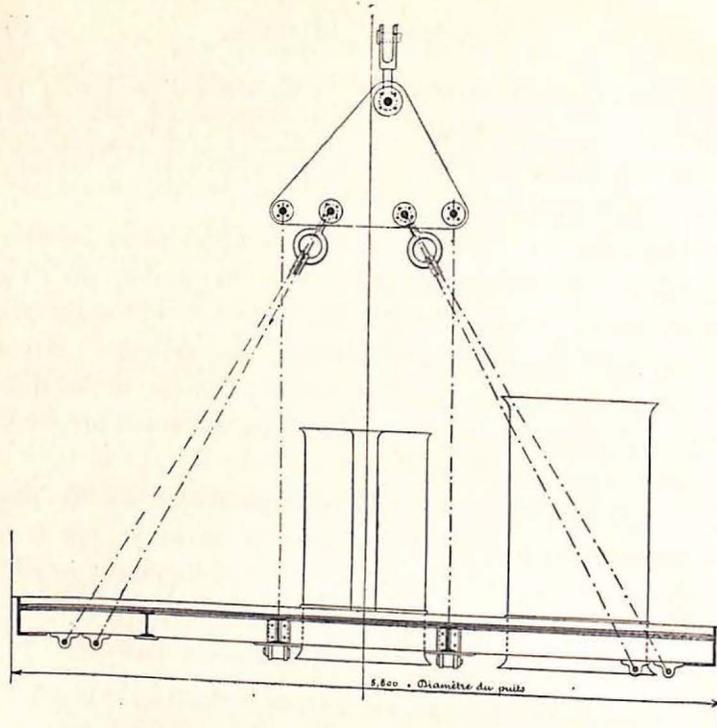


FIG. 2. — Palier mobile aux charbonnages de Waltrop.

Pour maçonner, on se sert d'un palier mobile simple représenté par la figure 2. Nous devons les dessins de ce palier à la Maison G. et H. Grossmann, de Dortmund. Ce palier est suspendu à un câble rond en acier, par l'intermédiaire de douze chaînes dont six sont seules mises en tension, les six autres servant comme sûreté. Durant le travail, le palier repose par quatre verrous sur la maçonnerie. Cinq ouvertures, défendues par des cylindres en tôle évasés à leurs extrémités, sont ménagées dans le plancher. Une première, au centre, sert au passage de l'aplomb, deux autres à la circulation des tonnes desservant le creusement, une quatrième à la colonne d'aérage et la dernière à la voie d'échelles.

À remarquer encore : 1° que les échelles verticales, composées de tronçons suspendus les uns aux autres, sont fixées sur un câble ; 2° que la colonne de guidons est également suspendue à deux câbles ; 3° que les tonnes servant tant au creusement qu'au revêtement sont guidées par des câbles métalliques.

L'allongement se fait en dévidant progressivement chacun de ces câbles, qui se trouvent enroulés sur une série de treuils à bras indépendants placés aux environs du puits. Cette disposition permet de retirer d'une façon simple tout cet armement au cas où le puits viendrait à être noyé.

*Installations de surface.* — Cette installation, en ce qui concerne la machinerie servant au creusement des puits, est entièrement symétrique. Un bâtiment construit dans l'intervalle entre les deux puits abrite, dans chacune des deux salles extrêmes, une machine d'extraction des déblais et un treuil à vapeur commandant la manœuvre du palier mobile; et dans une salle centrale, de niveau surélevé, une machine d'extraction destinée à l'épuisement par tonnes Tomson. Cette dernière machine, d'une force d'environ 400 chevaux, est à deux cylindres conjugués de 700 millimètres de dia-

mètre et de 1,400 de course. Les deux machines d'approfondissement sont du même type, mais de plus faible puissance (diamètre 600, course 1.000).

Chaque puits est surmonté d'un chevalement provisoire en bois à deux recettes. La recette inférieure, au niveau du sol, est affectée au service des matériaux nécessaires aux maçons; la supérieure, surélevée de 5 mètres, dessert les avalueurs. Une estacade en bois, à double voie, relie au terris les recettes supérieures des deux puits. Autour de chaque chevalement sont disposés les différents treuils sur lesquels

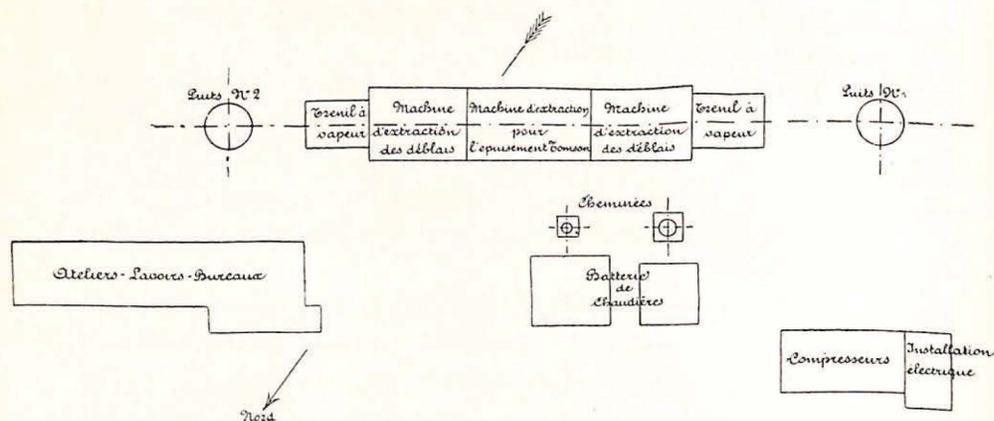


FIG. 3. — Plan des installations des Charbonnages fiscaux de Waltrop.

s'enroulent les câbles-guides des cuffats, les câbles porteurs des guidons d'aérage et des échelles.

Ainsi que le montre le plan général de surface (fig. 3), l'installation comprend encore un bâtiment pour lavoirs et bureaux, une batterie de chaudières se composant de deux générateurs Petry-Dereux (Düren), de 280 mètres carrés de surface de chauffe chacun, de trois chaudières Cornwall et de deux à foyers intérieurs, chacune de 80 mètres carrés de surface de chauffe. Deux cheminées en tôle, l'une de 28,

l'autre de 35 mètres de hauteur. Enfin, en face du puits n° 1, un dernier bâtiment abritant la station d'électricité et les compresseurs Schüchtermann et Krämer (Dortmund). Ces compresseurs (3,000 mètres cubes d'air par heure à 6 atmosphères) fourniront l'air comprimé aux pompes du procédé d'épuisement Tomson, et plus tard aux travaux préparatoires.

*Renseignements statistiques.* — Le travail fut commencé au puits n° 1 le 1<sup>er</sup> mars 1903, puis peu après au puits n° 2, bien que le manque de personnel ne permit pas de pousser ce second travail avec autant d'activité. A fin octobre 1903, on avait atteint, revêtement compris, au puits n° 1 la profondeur de 76 mètres et au puits n° 2, 56 mètres. L'approfondissement dans les marnes crétacées, revêtement compris, progressa ensuite au puits n° 1 de la façon suivante :

En novembre 1903 . . .	33 mètres.	
Décembre . . . . .	38	»
Janvier 1904 . . . . .	44	»
Février . . . . .	50	»
Mars . . . . .	63	» (maximum).
Avril . . . . .	50	»
Mai . . . . .	35	»
Juin . . . . .	26	»

Soit 339 mètres en 8 mois.

La raison du ralentissement durant les trois derniers mois est imputable à la nature aquifère de la marne blanche du turonien supérieur que l'on traversait en ce moment. Comme dans tous les cas où l'on craint de recouper subitement une venue importante, on diminua la hauteur des passes de manière à rendre aussi faible que possible la surface de paroi non murillée. Bien que la venue n'ait pas jusqu'à présent dépassé 30 à 40 litres d'eau par minute, la hauteur des passes fut réduite jusqu'à 13 mètres. Comme sondages aux eaux, on utilise les trous de mine périphé-

riques, que l'on pousse jusqu'à la profondeur de 3 mètres. La partie inférieure de ces trous est rendue inopérante pendant le tir. Ce procédé est évidemment plus rationnel qu'un forage central dans un terrain perméable par fissures comme le sont les marnes.

#### CREUSEMENT DU PUIS N° 1

DU CHARBONNAGE AUGUST-VICTORIA, A SENSEN (WESTPHALIE).

Le puits n° 1 de cette société fut creusé jusqu'à la profondeur de 147 mètres, par le procédé Poetsch, par la firme Gebhardt et König. Les terrains étaient en majeure partie composés de sables bouillants. Le profil est du reste identique à celui du puits n° 2, dont nous décrirons le creusement par congélation, dans le second chapitre (p. 65).

Une fois les terrains meubles traversés, le personnel du charbonnage continua le creusement du n° 1 à niveau vide.

On verra dans la figure 4, la disposition des installations de surface.

*Creusement.* — L'organisation du travail est la même qu'à Waltrop. Le puits se creuse sur un diamètre de 7 mètres; on travaille en quatre postes de six heures, chaque poste comprenant de dix-huit à vingt avaleurs. Deux de ces équipes, comprenant les meilleurs foreurs, descendent aux deux premiers postes et le travail s'organise comme suit :

1<sup>er</sup> poste : Forage et tir des mines du déchaussement ;

2<sup>me</sup> poste : Chargement des déblais provenant du déchaussement; forage et tir des trous de la périphérie;

3<sup>me</sup> poste : Chargement des pierres et pose du revêtement provisoire.

Au jour, il y a, pour le service des avaleurs, trois hommes travaillant par postes de huit heures : un accrocheur et deux manœuvres.

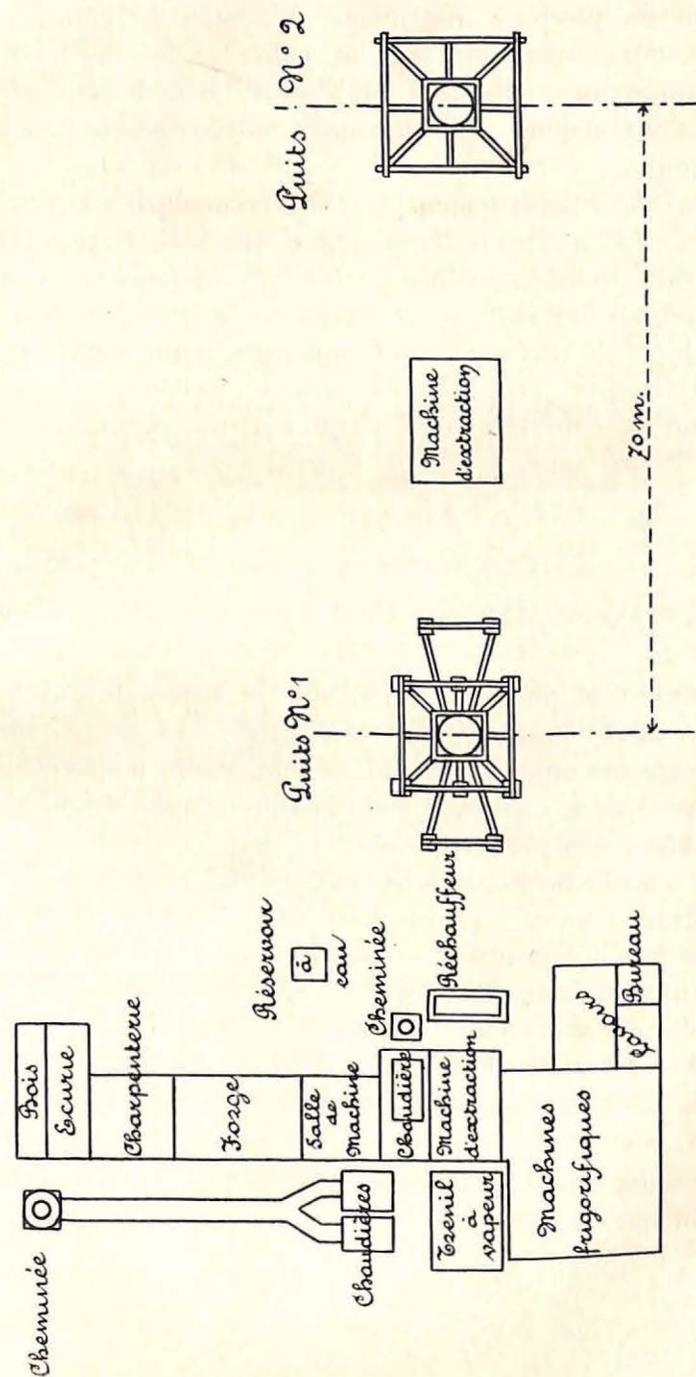


FIG. 4. — Plan général d'installation de la Mine August-Victoria.

*Revêtement.* — Le revêtement en maçonnerie se pose en un seul poste de huit heures. L'équipe se compose de dix hommes travaillant sur le palier et de cinq hommes qui apprêtent et chargent à la surface les matériaux nécessaires aux maçons. L'avancement moyen est de 2 mètres par jour.

*Marche du creusement.* — On a commencé à la profondeur de 147 mètres le 15 septembre 1903. Le 15 juin 1904, on avait atteint la profondeur de 575 mètres. On a donc approfondi 428 mètres de puits, revêtement compris, en 224 jours de travail; ce qui donne un avancement moyen de 1<sup>m</sup>91 par jour. Le plus grand avancement mensuel obtenu a été de 68 mètres, ce qui correspond à une vitesse de 2<sup>m</sup>83 par jour.

#### CREUSEMENT DU PUIS N° 3

AUX CHARBONNAGES DE « GRAF SCHWERIN », A GASTROP.

Ce nouveau puits, dont j'ai eu l'occasion de suivre le creusement pendant quatre mois, a été créé sur le conseil du Corps des mines allemand, afin de rendre moins pénible le travail dans cette partie du champ d'exploitation, assez éloignée des sièges existants.

La température dans ces chantiers était d'environ 30°; il importait donc de raccourcir les voies d'aéragé; c'est dans ce but que l'on fonça un nouveau puits, que l'on divisera en deux compartiments par une cloison médiane en béton; l'un des compartiments servira à l'aéragé, l'autre à l'extraction. Le puits, de 5 mètres de diamètre utile, tout terminé, avec chevalement, machine d'extraction et accessoires, reviendra, si l'on ne rencontre pas de difficultés extraordinaires, à la somme de 750,000 marks, pour une profondeur de 360 mètres.

Les 89 premiers mètres ont été creusés au moyen d'un cabestan à vapeur avec simple extraction à un cuffat. La vapeur était fournie par une chaudière de 94 mètres carrés de surface de chauffe.

Les terrains que l'on a rencontrés sont :

Limon . . . . .	0 <sup>m</sup> 95
Argile grise. . . . .	0 <sup>m</sup> 75
Argile . . . . .	0 <sup>m</sup> 55
Marne plastique . . . .	2 <sup>m</sup> 20
Marne blanche. . . . .	10 <sup>m</sup> 00
Marne grise compacte . .	74 <sup>m</sup> 00

avec les venues d'eau suivantes :

de 0 à 4 mètres . . . .	30 litres par minute
4 à 10 — . . . . .	98 — —
10 à 16 — . . . . .	230 — —
16 à 49 — . . . . .	280 — —

A partir de 49 mètres de profondeur, les eaux ont pu facilement être épuisées à l'aide des cuffats.

Au sujet du creusement, rien de particulier. Le personnel du fond se compose de trente-deux hommes, répartis en quatre postes de six heures. A la surface, neuf hommes desservent le puits en trois postes de huit heures.

Le revêtement se compose de tubbings allemands, de 1<sup>m</sup>50 de hauteur et de 35 millimètres d'épaisseur. Chaque anneau de cuvelage de 5 mètres de diamètre intérieur comporte dix segments.

Les 49 mètres de tubbings reposent sur quatre trusses picotées : une première à 6 mètres de profondeur, une seconde à 21<sup>m</sup>66, et les deux autres, placées l'une sur l'autre, à la profondeur de 49 mètres. Ces trusses se composent aussi de dix segments ayant 250 millimètres de haut, 650 de large et 35 d'épaisseur.

Le creusement a commencé le 5 avril 1904. A la fin du

mois, on avait creusé 21 mètres, posé une trousse picotée et 6 mètres de tubbings.

En mai, on avait creusé 19 mètres, posé une trousse et 15 mètres de tubbings.

En juin, on a creusé 12 mètres, posé deux trusses picotées et 27 mètres de tubbings.

En juillet, on creusa 40 mètres.

Les 52 premiers mètres de puits creusés et pourvus d'un revêtement en fonte reposant sur quatre trusses picotées, avaient donc été terminés en 71 jours de travail, ce qui donne un avancement moyen de 0<sup>m</sup>73 par jour.

Dans les diverses descriptions que nous venons de donner, on aura remarqué que nous n'avons pas touché le point de vue économique. C'est que, malgré tout notre désir, il ne nous a pas été donné d'obtenir les renseignements nécessaires à l'établissement du prix du mètre courant de puits creusé et revêtu. C'est pourquoi nous puisons dans l'ouvrage si intéressant : *Die Entwicklung des N. R. W. Steinkohlen Bergbaues...* etc. (1) (volume relatif aux puits), les renseignements que donne à ce sujet M. Hoffmann.

A Osterfeld, où l'on a procédé au creusement et au revêtement par passes successives, le coût du mètre courant pour un puits de 4<sup>m</sup>50 de diamètre a été de 1,234 marks.

Comme exemple de puits creusé et murillé simultanément, nous prendrons le puits n° 1 de la *George-Mariën Hütte*, à Werne, de 5<sup>m</sup>80 de diamètre, qui avait atteint la profondeur de 388 mètres. Voici les détails des dépenses intervenant dans l'établissement du prix de revient du mètre courant :

(1) Dix volumes en cours de publication chez Springer, à Berlin.

Installations . . . . .	189	marks
Salaires des avaleurs . . . . .	174	—
Id. des ouvriers du jour et de la surveillance . . . . .	106	—
Charbon . . . . .	66	—
Maçonnerie (salaires et matériaux).	179	—
Explosifs et autres matériaux . . .	87	—
	<hr/>	
Ensemble . . . . .	801	—

En y ajoutant échelles, paliers et divers, on arrive à 860 marks par mètre courant.

Aux puits de la *Maximilian Hütte*, près de Hamm, qui ont atteint 500 mètres, le prix du mètre courant, amortissement compris, est de 929 marks.

Les méthodes à niveau vide sont celles qui donnent l'avancement le plus rapide et avec lesquelles le prix du mètre courant est le plus réduit. Aussi voyons-nous dans ces derniers temps l'ingénieur s'attacher à reculer les limites de l'emploi de ce procédé en perfectionnant les moyens d'épuisement. Après les pulsomètres, sont venues les pompes Duplex à vapeur et les pompes centrifuges. Malheureusement ces appareils, dès que l'on dépasse une profondeur de 150 mètres, ne suffisent généralement plus. Il en est de même des pompes à maitresse-tige, qui sont toujours très encombrantes, surtout lorsqu'on a à combattre des venues assez importantes. C'est à M. Tomson que nous devons la plus brillante solution pour l'épuisement de venues d'eau dépassant 4 et 5 mètres cubes par minute, d'une profondeur supérieure à 150 mètres. Comme avec les pompes Duplex suspendues, ce procédé offre la facilité de pouvoir débarrasser instantanément le puits dans le cas où de trop fortes venues obli-

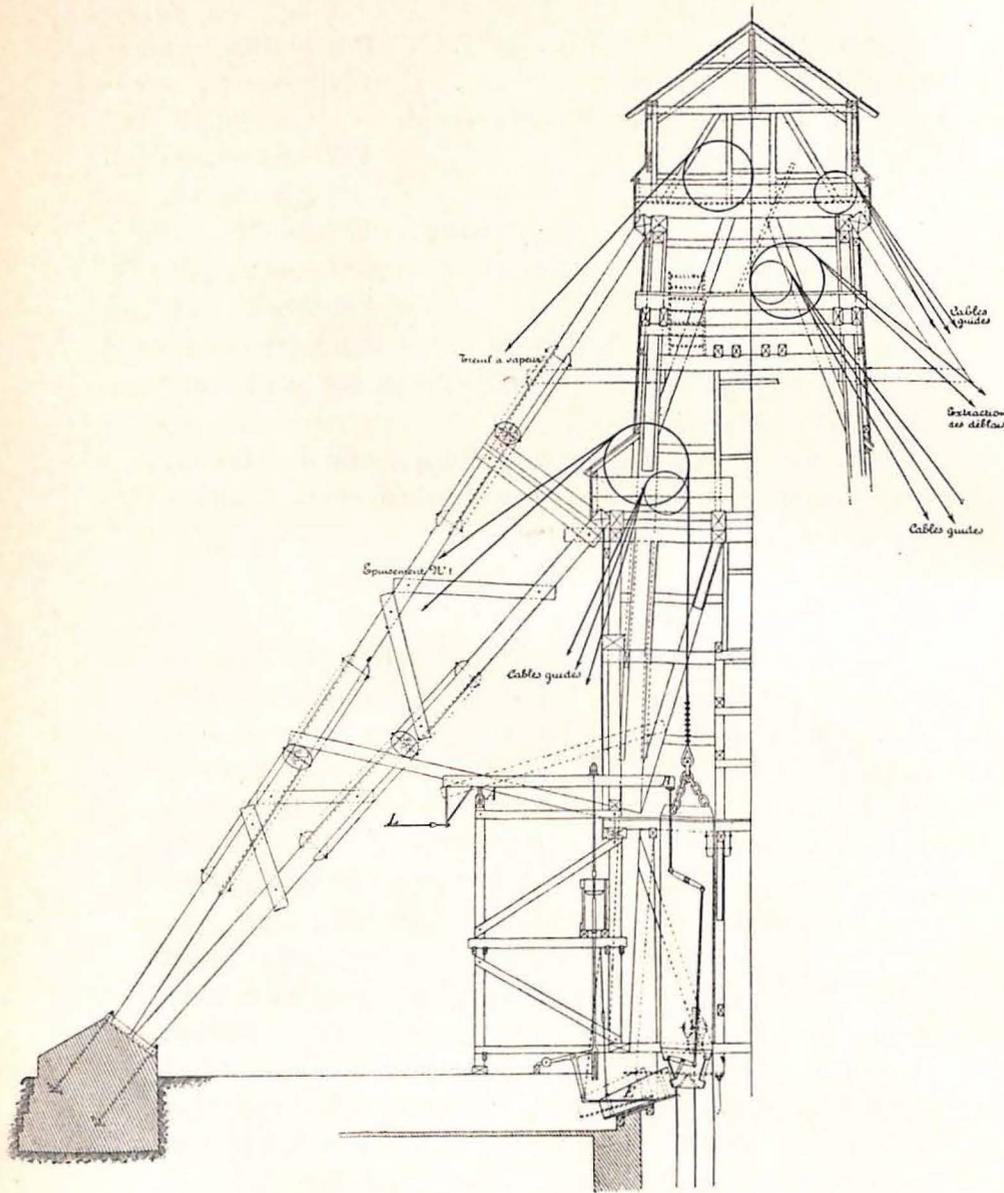


FIG. 5. —

geraient à avoir recours au procédé à niveau plein. Mais là n'est pas son seul avantage : en permettant d'épuiser des venues importantes à des profondeurs de 400-500 mètres et même plus, l'inventeur a reculé les limites de l'emploi de la méthode à niveau vide et ainsi permis de profiter de ses grands avantages dans des cas où auparavant on était obligé de recourir toujours aux procédés à niveau plein. Il est donc parvenu à retarder l'emploi d'un procédé toujours coûteux et très lent, et même parfois a réussi à résoudre le problème sans être forcé de recourir à ce procédé si dispendieux.

Le système d'épuisement de M. Tomson a été décrit dans les revues, tant belges qu'allemandes (1); aussi croyons-nous inutile d'en reproduire ici la description. Nous nous bornerons à donner (fig. 5) un dessin du chevalement montrant le dispositif de vidage des tonnes inventé par la firme H. et G. Grossmann, de Dortmund, qui a le monopole de la construction de ces appareils d'épuisement.

Le vidage automatique de la tonne se fait par l'intermédiaire d'un buttoir, agissant sur une combinaison de leviers qui fait avancer la rigole d'écoulement *E* et ouvre le clapet de retenue *C* de la tonne. Ce buttoir, composé d'une poutre *B* pouvant tourner autour d'un point fixe *A*, joue en plus le rôle d'évite-molette. Si la tonne venait à dépasser le niveau de vidage, la partie *B* serait soulevée et, par l'intermédiaire du levier *L*, agirait sur l'admission du frein à vapeur.

Nous avons eu pendant notre séjour en Allemagne.

(1) *Revue universelle des Mines*, t. LIX, 3<sup>e</sup> série,

*Glückauf*, année 1893, p. 884.

— — 1899, p. 389.

*Preussische Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen*, année 1899, t. XLVII, B. S. 200.

l'occasion de voir fonctionner ce mode d'épuisement au Charbonnage des *Maximilian Hütte*, près de Hamm.

Le puits n° 1 de cette mine devait, d'après les sondages, rencontrer le terrain houiller vers 654 mètres, après avoir traversé toute la série des marnes crétacées. Le creusement fut entrepris sur un diamètre utile de 5<sup>m</sup>90.

En attendant que le montage des chaudières, machines d'extraction et treuils à vapeur fut terminé, on commença à creuser au moyen d'un treuil commandé par locomobile. La maçonnerie se faisait après, par passes d'environ 15 à 20 mètres. Quand les installations furent terminées, on procéda au creusement et au muraillement simultané, en appliquant la méthode qu'avait inaugurée M. Tomson, à Gneisenau, en 1883. Chaque puits était, à cet effet, pourvu de deux machines d'extraction et d'un treuil à vapeur. Le creusement jusque 484 mètres de profondeur s'est effectué avec une rapidité extraordinaire: en moyenne par mois, 65 à 70 mètres de puits terminé, revêtement compris. Le travail se faisait en quatre postes de six heures, chaque poste comprenant douze avaleurs. La consommation de dynamite a été en moyenne de 20 kilog. par mètre d'avancement. Le coût du mètre courant creusé et maçonné était de 929 marks, y compris amortissements et frais généraux.

A une profondeur de 484 mètres, une venue de 1<sup>m</sup>35 d'eau salée à 9 % força à recourir au procédé d'épuisement Tomson. Les préparatifs d'installation des appareils furent commencés le 29 novembre 1903, et le 24 décembre, on travaillait de nouveau au fond du puits. Malheureusement à la profondeur de 512 mètres, la venue augmenta subitement jusqu'à donner 5 à 6 mètres cubes, ce qui nécessita l'établissement d'un second appareil. Nous ne décrivons pas l'installation. Les appareils employés ont été exposés à l'exposition de Dusseldorf, et la description en a été faite dans plusieurs revues (1). Rappelons seulement que

(1) Voir citations précédentes.

chaque tonne a une contenance de 10 mètres cubes, et chaque réservoir une capacité de 18 mètres cubes. Ils sont alimentés par des pompes Oddesse à air comprimé, munies d'un tuyau à allongement télescopique.

La vitesse d'épuisement atteinte jusqu'à présent à *Maximilian* est de 20 mètres cubes en 3 1/2 minutes, vidage compris, ce qui correspond à environ 5<sup>m</sup>75 par minute.

Ne pouvant donner de résultats au sujet de l'avancement du creusement en raison de la récente application du procédé à Hamm, nous signalerons ceux obtenus à la mine de *Wintershall*, près de Heringen, sur la Werra, en Thuringe.

A ce puits on avait à traverser, à une profondeur de 228 mètres, une couche de dolomie très aquifère d'une trentaine de mètres d'épaisseur. Quoiqu'il fut reconnu par différents sondages que l'on aurait à faire à de très fortes venues d'eau, la direction, connaissant les grands avantages du creusement à la main, décida d'employer le procédé d'épuisement Tomson. L'installation comportait trois machines d'extraction: les deux premières pouvant extraire des tonnes de 10 mètres cubes de 300 mètres. la troisième des tonnes de 6 mètres cubes de la même profondeur. Comme productrices de vapeur, on disposait de six chaudières Cornwall et de six chaudières tubulaires, ayant ensemble 2,250 mètres carrés de surface de chauffe. Les réservoirs dans lesquels venaient puiser les tonnes, étaient alimentés par deux pompes Oddesse à air comprimé. Chaque pompe pouvant donner, à la vitesse de 50 tours à la minute, 7 mètres cubes, il était possible de se rendre maître d'une venue de 13 à 14 mètres cubes par minute.

Heureusement la dolomie ici était plus compacte que dans les autres puits; elle n'a donné que 6 mètres cubes,

de sorte que l'on n'a pu faire produire à l'installation tout son rendement. La traversée de la couche aquifère, de 27 mètres de puissance, s'est effectuée du 1<sup>er</sup> décembre 1901 au 12 février 1902, soit en soixante jours de travail.

Si l'on avait eu recours, même directement, au procédé Kind-Chandron, on serait sans aucun doute, arrivé moins rapidement au but. De plus le puits, qui avait jusqu'à présent 5<sup>m</sup>50 de diamètre, aurait dû être réduit à 4<sup>m</sup>10 à cause du cuvelage. Enfin, comme la partie de terrain aquifère à traverser était assez faible, les grands frais qu'entraîne l'application du procédé au trépan, auraient fortement pesé sur le prix du mètre courant de puits creusé. La direction n'a donc eu qu'à se féliciter de ne pas avoir choisi cette méthode.

## CHAPITRE II.

### Méthodes de creusement sans épuisement.

#### § 1. — Procédés intermédiaires.

Dans les procédés intermédiaires, les ouvriers ont accès au fond du puits et y creusent à la main, bien que les eaux soient maintenues à leur niveau naturel pendant ce travail. Ces procédés sont au nombre de trois : le procédé par plongeur, le procédé de l'air comprimé et celui de la congélation ou procédé Poetsch.

Le premier n'a jamais eu beaucoup de vogue en Allemagne. Pour ce qui est du creusement à l'air comprimé, on en cite trois applications en Westphalie : à Rheinpreussen I, en 1865; à Sterkrade, en 1897 (1), et à Recklinghausen I/II, en 1902 (2).

(1) Voir au sujet de ces descriptions : *Die Entwicklung*, etc.

(2) *Glückauf*, 1898, p. 186.

Quant au procédé par congélation, ce n'est que dans ces dernières années qu'il a trouvé un emploi courant en Allemagne. Pour l'exposé de la méthode, nous renvoyons au *Cours d'exploitation des mines* de M. A. Habets, t. I, pp. 318-327.

Le maximum de profondeur atteinte par le procédé Poetsch, jusqu'à présent, est de 236<sup>m</sup>50 à Bernissart (Belgique). Les firmes qui se sont fait une spécialité d'entreprendre des fonçages par cette méthode prétendent pouvoir atteindre facilement 300 mètres. Quoi qu'il en soit, il nous semble douteux que l'on puisse dépasser cette limite, du moins dans la conception actuelle du procédé.

En effet, diverses causes viennent contrarier les chances de réussite. Ce sont : 1<sup>o</sup> le défaut de verticalité des sondages à de telles profondeurs; 2<sup>o</sup> la résistance du mur annulaire de glace qui devra augmenter toujours avec la profondeur. On a fait à ce sujet diverses expériences qui paraîtraient prouver que sous de grandes pressions la glace ne présenterait plus une consistance suffisante. Pour vaincre ces difficultés et rendre la congélation plus efficace à de grandes profondeurs, on a proposé d'appliquer la méthode par passes. Ces nouveaux procédés n'ayant pas encore reçu la sanction de la pratique, nous nous bornons à renvoyer aux notes publiées à ce sujet dans la *Revue Universelle des Mines*, t. V et VII, 4<sup>e</sup> série, 1904.

Il en est de même du procédé Saclier-Portier qui consiste à cimenter en quelque sorte le terrain dans lequel on va creuser.

#### DESCRIPTION DU PROCÉDÉ PAR CONGÉLATION APPLIQUÉ AU PUIITS N<sup>o</sup> 2 DE LA MINE AUGUST-VICTORIA, A SINSSEN, PRÈS DE RECKLINGHAUSEN.

La Société, qui avait déjà remis le creusement de son premier puits à la firme Gebhardt et Koenig, décida, après

achèvement à son entière satisfaction de celui-ci, de lui confier le fonçage du second. On devait traverser la série de terrains suivants :

De 0 à 10 <sup>m</sup> 00.	. . .	Sable.
10 <sup>m</sup> 00 à 12 <sup>m</sup> 50.	. . .	Gravier.
12 <sup>m</sup> 50 à 18 <sup>m</sup> 90.	. . .	Gravier fin et cailloux.
18 <sup>m</sup> 90 à 19 <sup>m</sup> 25.	. . .	Sable.
19 <sup>m</sup> 25 à 22 <sup>m</sup> 25.	. . .	Cailloux et coquilles.
22 <sup>m</sup> 25 à 26 <sup>m</sup> 10.	. . .	Sable boulant.
26 <sup>m</sup> 10 à 26 <sup>m</sup> 45.	. . .	Grès bleu.
26 <sup>m</sup> 45 à 27 <sup>m</sup> 95.	. . .	Sable boulant.
27 <sup>m</sup> 95 à 28 <sup>m</sup> 20.	. . .	Grès bleu.
28 <sup>m</sup> 20 à 71 <sup>m</sup> 60.	. . .	Grès et sable boulant.
71 <sup>m</sup> 60 à 110 <sup>m</sup> 10.	. . .	Sable boulant.
110 <sup>m</sup> 10 à 145 <sup>m</sup> 10.	. . .	Sable absolument sec.

Puis venaient, à la profondeur de 145 mètres, les marnes crétacées, où s'arrêtait l'entreprise.

Les travaux préliminaires du creusement commencèrent le 26 août 1903. Les sondages, au nombre de vingt-huit, disposés sur une circonférence de 9 mètres de diamètre, furent exécutés deux à deux. Sitôt un trou foré et tubé, on y introduisait le tuyau congélateur. Ces derniers, du type Mannesmann (de 127 millimètres de diamètre et de 8 millimètres d'épaisseur), mis en place, les tubages étaient enlevés et s'il y avait du jeu entre les parois et les tuyaux, on le remplissait à l'aide de sable, ce qui est préférable à l'eau. De simples tuyaux à gaz, de 4 millimètres d'épaisseur, conduisaient la solution congélatrice (une solution de  $MgCl_2$  à 23 %) au fond des trous de sondage.

Les machines frigorifiques montées pour le creusement du puits n° 1, servirent pour congeler le n° 2. Elles comprenaient (voir fig. 6), deux compresseurs à  $CO_2$ , fournissant ensemble 280,000 frigories, actionnés par une machine à vapeur monocylindrique de 160 chevaux. A ces

deux compresseurs en était adjoind un troisième donnant 70,000 frigories, commandé aussi par une machine à vapeur de 120 chevaux. L'installation se complétait par un

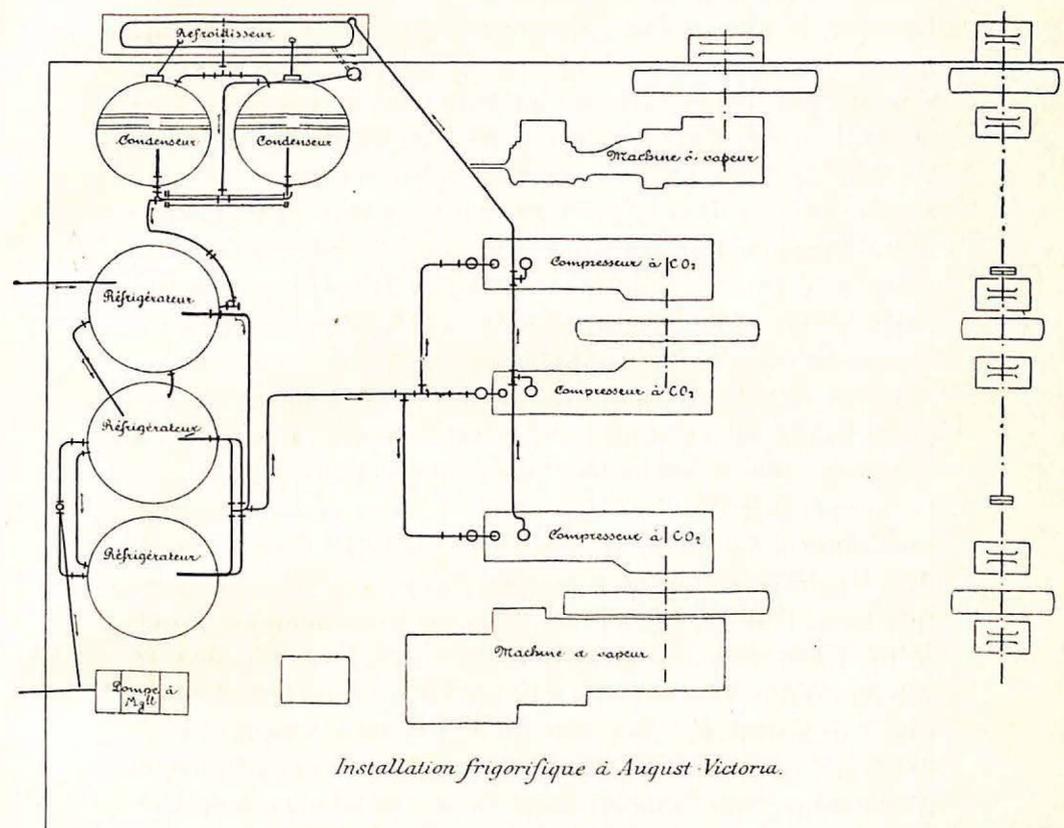


FIG. 6.

refroidisseur, deux condenseurs, trois réfrigérateurs et une pompe de circulation pour le liquide congélateur (1).

(1) Au sujet du calcul des machines frigorifiques, voir :  
FR. SCHMIDT, *Bulletin de la Société minière de St-Etienne*, 1895, t. IX, pp. 51, 286 et 321.  
RIEMER, 1902, p. 64.

La congélation commença le 1<sup>er</sup> janvier 1904; le liquide congélateur entrainé à la température de  $-18^{\circ}$ , il en sortait à  $-15^{\circ}$ . Pour constater l'état de la congélation, on fore au centre du puits un petit puisard de 2 mètres de profondeur. Lorsque le niveau d'eau monte régulièrement de la même quantité endéans le même laps de temps, — ce dont on s'assure par des lectures de hauteur dans le puisard, faites de six heures en six heures, — le mur de glace est fermé. Ce stade atteint, on peut entreprendre le creusement, qui s'opère comme dans la méthode à niveau vide. Il faut toutefois remarquer que pour forer les trous de mines, l'eau est remplacée par une solution de  $MgCl_2$ . De plus, on ne tire pas à la dynamite, mais avec un explosif moins brisant, soit de la westphalite ou de la carbonite.

Le travail a lieu en quatre postes de six heures, chaque poste comprenant quinze ouvriers mineurs. L'aérage est soufflant, afin de réchauffer par l'apport d'air de la surface la température au fond du puits. L'avancement mensuel maximum a été de 45 mètres en 23 jours de travail, ce qui fait à peu près 2 mètres par jour. Les parois se soutenant très bien, il n'y a pas eu lieu de poser de revêtement provisoire. Le mètre courant a coûté en moyenne 210 marks en salaires d'ouvriers. Arrivé à la profondeur de 71<sup>m</sup>50, on a placé une trousse picotée composée de douze segments de 0<sup>m</sup>50 de hauteur, 1 mètre de largeur et 50 millimètres d'épaisseur. Sur celle-ci vient se placer le cuvelage, composé de tubbings de 1<sup>m</sup>50 de hauteur et de 25 à 30 millimètres d'épaisseur selon la profondeur. La pose de la trousse a demandé 58 heures. Quant au cuvelage, il faut 24 heures pour monter deux anneaux (3 mètres), bétonnage de l'espace annulaire compris. Le béton employé se compose d'une partie de ciment pour deux parties de sable. Ce mélange est lié au moyen d'eau dans les proportions de 1 à 2. Pour empêcher la congélation du mortier, on ajoute 10 % de tonite et 15 litres de lait de chaux par mètre cube.

Lorsque le revêtement de cette passe sera terminé, on reprendra le creusement qui doit se continuer sous la protection du mur de glace, jusqu'à la profondeur de 145 mètres.

..

Nous venons de voir qu'à la mine *August-Victoria*, le procédé de la congélation avait pleinement réussi. Ce n'est malheureusement pas toujours le cas, et afin de montrer les nombreuses causes perturbatrices qui peuvent se rencontrer, nous donnerons la description de deux autres creusements. L'un, celui de la Société *Laura en Vereeniging* où, grâce à une grande persévérance et d'assez forts sacrifices, on est parvenu au but malgré tous les accidents; l'autre, celui de la Société de Ronnenberg, où après avoir percé une venue d'eau à 25 % de sel, on a dû continuer le fonçage par le procédé Kind-Chaudron.

FONÇAGE DU PUITES N° 1 DE LA SOCIÉTÉ « LAURA EN VEREENIGING », A EYGELSHOVEN (LIMBOURG HOLLANDAIS) (1).

Il s'agissait de creuser un puits de 4<sup>m</sup>50 de diamètre utile, à travers environ 90 mètres de sables bouillants, le niveau des eaux étant à 8<sup>m</sup>50 de profondeur. On creusa d'abord un avant-puits de 9 mètres de diamètre, allant jusqu'à la tête d'eau. Vingt-quatre sondages établis sur une circonférence de 7<sup>m</sup>30 de diamètre, atteignirent rapidement le houiller. Trois mois après, la congélation était jugée assez avancée pour entreprendre le creusement, qui marcha très rondement. Mais les travaux qui jusqu'alors avaient si bien marché, devaient malheureusement être interrompus plusieurs fois avant d'arriver au but. En effet, pendant le

(1) Voir article de M. le Directeur PIERRE, dans le *Glückauf*, du 23 mai 1903.

creusement nécessité pour l'établissement de la trousse picotée, à 98<sup>m</sup>50 de profondeur, il se produisit un éboulement à la paroi Sud. Du sable fit bientôt irruption dans le puits. Pour éviter la formation de vide derrière le mur de glace, le puits fut rempli d'eau afin de créer une contre

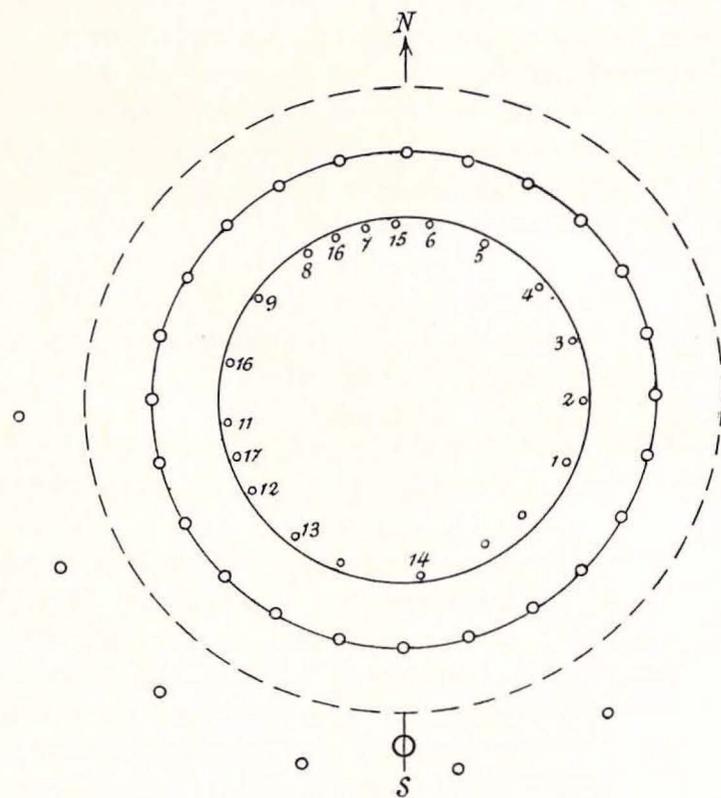


FIG. 7.

pression. Malgré cette précaution, le sable continua à monter jusqu'à la côte de -40 mètres. Heureusement les vingt-quatre sondages n'avaient pas souffert, de sorte qu'ils

purent être reliés aux machines frigorifiques. Pour consolider la paroi qui s'était éboulée, on fora une seconde rangée de douze sondages à l'intérieur du puits, aussi près que possible de la périphérie, jusqu'à 10 mètres dans le houiller (voir croquis fig. 7). En plus, à la surface, sur un arc de cercle de 11 mètres de diamètre situé du côté de la paroi éboulée, six nouveaux sondages furent établis. Ce travail fut très pénible, l'état des roches réclamant un tubage complet.

Après congélation et approfondissement, on s'aperçut que les forages auxiliaires avaient fortement dévié : à 85 mètres de profondeur, le n° 10 avait une déviation de 1<sup>m</sup>50; le n° 12, 1<sup>m</sup>20, et le n° 11, 1<sup>m</sup>70. A 94 mètres, le n° 10 occupait le centre du puits, de sorte que ces tuyaux qui gênaient le travail, durent être enlevés. Comme les roches du houiller étaient à cet endroit très fissurées, on décida d'établir la trousse sous la protection du mur de glace. Mais ce mur de glace serait-il assez épais pour permettre le creusement? Dans l'incertitude, comme le diamètre du puits devait être élargi de 1<sup>m</sup>074, quatorze sondages furent forés à la main au fond du puits, avec une inclinaison de 0<sup>m</sup>05 par mètre. Ce fut une opération très difficile et très pénible, vu la température et la pression des eaux (8,5<sup>A</sup>). Ces forages permirent de constater que la mesure prise, quoique coûteuse, était excellente, car le mur de glace n'était pas fermé. Les trous forés et tubés, on y plaça les tuyaux de congélation que l'on picota soigneusement. Ils furent réunis au tuyau annulaire répartiteur, monté 6 mètres au-dessus du fond du puits. La congélation opérée, le creusement put continuer. On constata bientôt que les sondages au lieu d'être inclinés étaient droits. Pour poser la trousse, il n'y avait donc pas à songer à trop élargir le puits. C'est alors qu'on eut l'idée de recourir à une trousse de forme spéciale, composée de seg-

ments bombés en trois arcs, comme le montre la figure 8.

Deux de ces anneaux-porteurs, posés à 4 mètres dans le houiller, servaient d'assise au cuvelage.

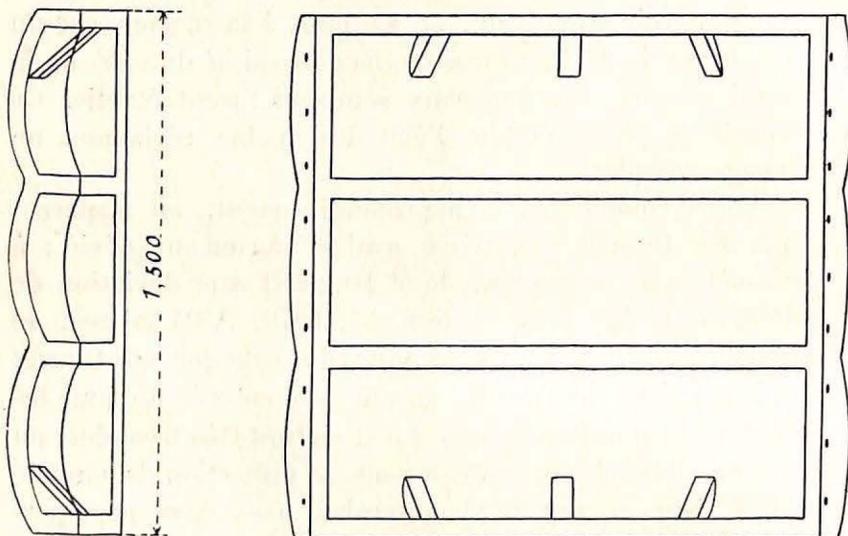


FIG. 8.

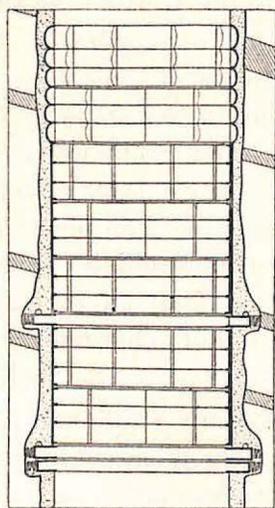


FIG. 9.

Huit mois et demi s'étaient écoulés, et on se retrouvait de nouveau au point où s'était produit l'éboulement.

Le revêtement terminé, le creusement fut repris. Une première trousse fut posée à 107 mètres. Comme le cuvelage n'était pas encore bien étanche, on plaça à 110<sup>m</sup>60 une seconde trousse qui réussit à aveugler les dernières venues (voir fig. 9).

De ce creusement nous pouvons retirer divers enseignements très

précieux pour la pratique. En dehors des conditions de bonne réussite déjà connues, telle la verticalité des sondages et l'action refroidissante régulière de chaque tuyau congélateur, nous avons à signaler deux nouveautés :

1° Possibilité de congeler une passe restreinte au moyen de sondages effectués au fond du puits, question qui pourrait avoir une grande importance pour certains creusements ;

2° Adoption pour le cas où on ne peut élargir le puits, de trousses-porteuses constituées de segments à dos bombé.

Il est un fait reconnu que les roches du houiller doivent être très fissurées et aquifères pour se laisser congeler, et encore, en raison de leur grande capacité calorifique, n'obtient-on jamais un mur de glace aussi épais que dans les sables. Si l'on doit donc établir l'assise d'un cuvelage dans ce terrain, ce qui toutefois n'est pas à recommander, il faudra adopter une trousse qui n'oblige pas à élargir trop le puits; sans quoi on risquerait de créer une brèche dans le mur de glace. Les trousses-porteuses à dos bombé sont dans ce cas très recommandables vu, leur grande capacité de charge.

De plus, il faut remarquer que dans de telles conditions, il faut pousser les sondages congélateurs à une profondeur suffisante. C'est là, à notre avis, la grande cause de toutes les difficultés rencontrées à ce fonçage. On aurait dû congeler plus avant dans le houiller.

#### CREUSEMENT DU PUIITS DE LA SOCIÉTÉ RONNENBERG, A RONNENBERG-LEZ-HANOVRE.

Les sondages exécutés dans les environs paraissent indiquer que l'on n'aurait pas de grandes difficultés à résoudre. La succession des terrains traversés était :

0<sup>m</sup>00- 26<sup>m</sup>00 . . . Argiles et sables.

26 <sup>m</sup> 00- 35 <sup>m</sup> 35 . . .	Gypse.
35 <sup>m</sup> 35- 47 <sup>m</sup> 60 . . .	Id. fissuré.
47 <sup>m</sup> 60- 92 <sup>m</sup> 35 . . .	Id. dur, compact.
92 <sup>m</sup> 35-110 <sup>m</sup> 55 . . .	Id. avec argile.
110 <sup>m</sup> 55-124 <sup>m</sup> 50 . . .	Argiles vertes avec grains de quartz.
124 <sup>m</sup> 50-140 <sup>m</sup> 00 . . .	Gypse dur.
A partir de 140 <sup>m</sup> 00 . . .	Sel gemme.

Le creusement à niveau vide fut commencé en avril 1898. Déjà à 8 mètres de profondeur, les pulsomètres eurent à élever de 1 m<sup>3</sup> à 1<sup>m</sup>35, et à 17 mètres, la venue atteignit 3<sup>m</sup>35 à 4 m<sup>3</sup> par minute. Croyant qu'il s'agissait d'eaux superficielles, la Direction décida d'enfoncer une tour descendante en fonte, qui vint s'arrêter à 27 mètres de profondeur dans le gypse. Les eaux augmentant toujours, à la profondeur de 34 mètres, on décida de s'adresser à l'*Entreprise générale de fonçage de puits et de travaux de mines, à Paris*, pour continuer l'approfondissement par le procédé de la congélation. Les frais d'épuisement devenaient, en effet, trop considérables. De plus, l'évacuation d'eaux à 4% de sel offrait de grandes difficultés; sans compter que les conséquences de l'épuisement opéré jusqu'alors se faisaient déjà sentir dans les environs. Le diamètre utile du puits étant de 5<sup>m</sup>50, on disposa les forages sur une circonférence de 9 mètres de diamètre. L'exécution des trente sondages et des travaux nécessaires à la rectification de cinq d'entre eux, prit dix-neuf mois et coûta 250,000 marks. Quatre semaines après, on était prêt à congeler (1). Les installations frigorifiques comprenaient deux compresseurs à NH<sub>3</sub>, de 300 millimètres de diamètre

(1) Voir pour plus amples détails la description donnée dans la brochure de M. RIEMER ou dans la Notice, 1904, de l'*Entreprise générale de fonçage de puits, études et travaux de mines*.

et 650 millimètres de course, garantis pour fournir 240,000 frigories à -25° ou 300,000 à -15°. Comme solution congelante, on avait choisi une solution de CaCl<sub>2</sub>, à 28 %.

Après douze semaines, les roches étaient suffisamment congelées pour commencer le creusement. L'avancement mensuel fut de 12 à 14 mètres, revêtement compris. La première trousse picotée fut établie à 69 mètres dans le gypse, une seconde fut placée à 105 mètres dans l'argile.

Quand on reprit le creusement, on constata que les roches devenaient de plus en plus fissurées, mais les crevasses étaient toujours remplies de glace. A 125 mètres les eaux firent irruption dans le puits. Cette venue était occasionnée par la présence d'une source d'eau salée à 25 % de NaCl. Dans de telles conditions, il était inutile de continuer à congeler. On s'adressa alors à la firme Haniel et Lueg, pour continuer le fonçement du puits par le procédé Kind-Chaudron. Le mètre courant de puits par le procédé Poetsch doit avoir coûté à peu près 13,000 marks.

## § 2. — Procédés à niveau plein.

Comme on a pu le voir, le procédé par congélation n'offre pas toujours toute garantie de succès : c'est tantôt la verticalité des sondages que l'on ne peut contrôler que très imparfaitement et encore quand possible il y a; tantôt c'est, dans certaines couches, la présence de saumure ou d'eaux en mouvement qui rendent l'exécution pénible et parfois impossible. Le procédé au trépan inventé par MM. Kind et Chaudron (1), s'il est fort coûteux et parfois plus lent, présente presque toute chance de réussite. La limite de son emploi n'est pas encore fixée. Dernièrement

(1) Voir brochures :

CHAUDRON, *Le système Kind-Chaudron*, Bruxelles, 1889.

CHASTELAIN, *Le procédé Kind-Chaudron*, Bruxelles, 1897.

on atteignait en Thuringe la profondeur de 404 mètres. Pourra-t-on la dépasser? C'est une question délicate à laquelle on ne peut encore répondre aujourd'hui. En ce qui concerne le creusement, il ne paraît pas impossible d'atteindre de plus grandes profondeurs quoique l'on puisse craindre des déviations de puits. Mais la difficulté à résoudre réside surtout dans la façon de procéder au revêtement à niveau plein.

L'épaisseur des cuvelages augmentant, il arrive un moment où les anneaux ne peuvent plus être coulés avec toutes les garanties nécessaires; de plus, le poids total augmentant, pourrait-on toujours être maître d'une pareille masse durant sa descente?

Il y a là une question des plus intéressantes qu'il s'agira tôt ou tard de résoudre.

Le procédé Kind-Chaudron, si en faveur en Allemagne(1), a conservé là-bas tout l'outillage qu'il possédait dès l'abord.

On est resté fidèle à l'emploi successif de deux trépan, à l'usage de la boîte à mousse, du tube d'équilibre et des tiges de suspension. Il n'est pourtant pas à dire que l'on n'ait pas fait de progrès; bien au contraire! Plusieurs ingénieurs ont, par suite de leur longue expérience, apporté diverses modifications qui ont fortement contribué au grand renom dont jouit actuellement ce procédé de l'autre côté du Rhin. Parmi ceux-ci, nous citerons en tout premier lieu M. E. Tomson, directeur-général des Charbonnages de Dahlbûsch, auquel nous devons :

1° L'invention du cuvelage à tête noyée, pour le cas où les terrains à traverser sont à de grandes profondeurs;

2° L'augmentation du diamètre des anneaux de cuvelage (auparavant 3<sup>m</sup>65) à la dimension de 4<sup>m</sup>10;

3° Le tronçonnement de la boîte à mousse.

(1) Voir *Glückauf*, 1896, p. 81; 1899, p. 44.

Nous ne pourrions pas non plus passer sous silence la firme Haniel et Lueg, ainsi que ses ingénieurs qui, de leur côté, ont apporté toute leur activité pour perfectionner le procédé.

Nous disions tout à l'heure que le procédé Kind-Chaudron est lent et coûteux; mais il faut aussi observer que l'on ne recourt à cette méthode que dans les cas complètement désespérés. On se trouve donc en présence de grandes difficultés. Il est évident alors que le coût qu'entraîne l'application de cette méthode, se répartissant sur un nombre de mètres souvent assez restreint, sera très élevé. Si l'avancement est faible, le procédé présente, du moins pour les profondeurs atteintes jusqu'à présent, presque toute garantie de réussite.

#### DESCRIPTION DU CREUSEMENT DU PUIITS DE FRIEDRICHSHALL, A SEHNDE, PRÈS HANOVRE.

La Société des mines de sel de Friedrichshall avait commencé le creusement de son premier puits à niveau vide.

Les 11 premiers mètres furent maçonnés sur un diamètre utile de 7<sup>m</sup>30; après on résolut d'employer un revêtement en fonte. Ce dernier fut construit non de bas en haut, mais en suspendant les tubbings à des trusses portantes. Le travail marcha encore assez bien jusqu'au moment où, vers 25<sup>m</sup>80, les eaux forcèrent le personnel à abandonner les travaux. La Direction décida alors de recourir au procédé Kind-Chaudron. Les préparatifs, commencés en avril 1902, furent terminés en juin. La figure 10 montre le plan général des installations comprenant : à droite, la batterie de chaudières composée de quatre éléments de 110 mètres carrés de surface de chauffe chacun. Vient ensuite un long bâtiment comprenant : la salle des machines électriques, l'atelier du charpentier, des mécaniciens et la forge. Un

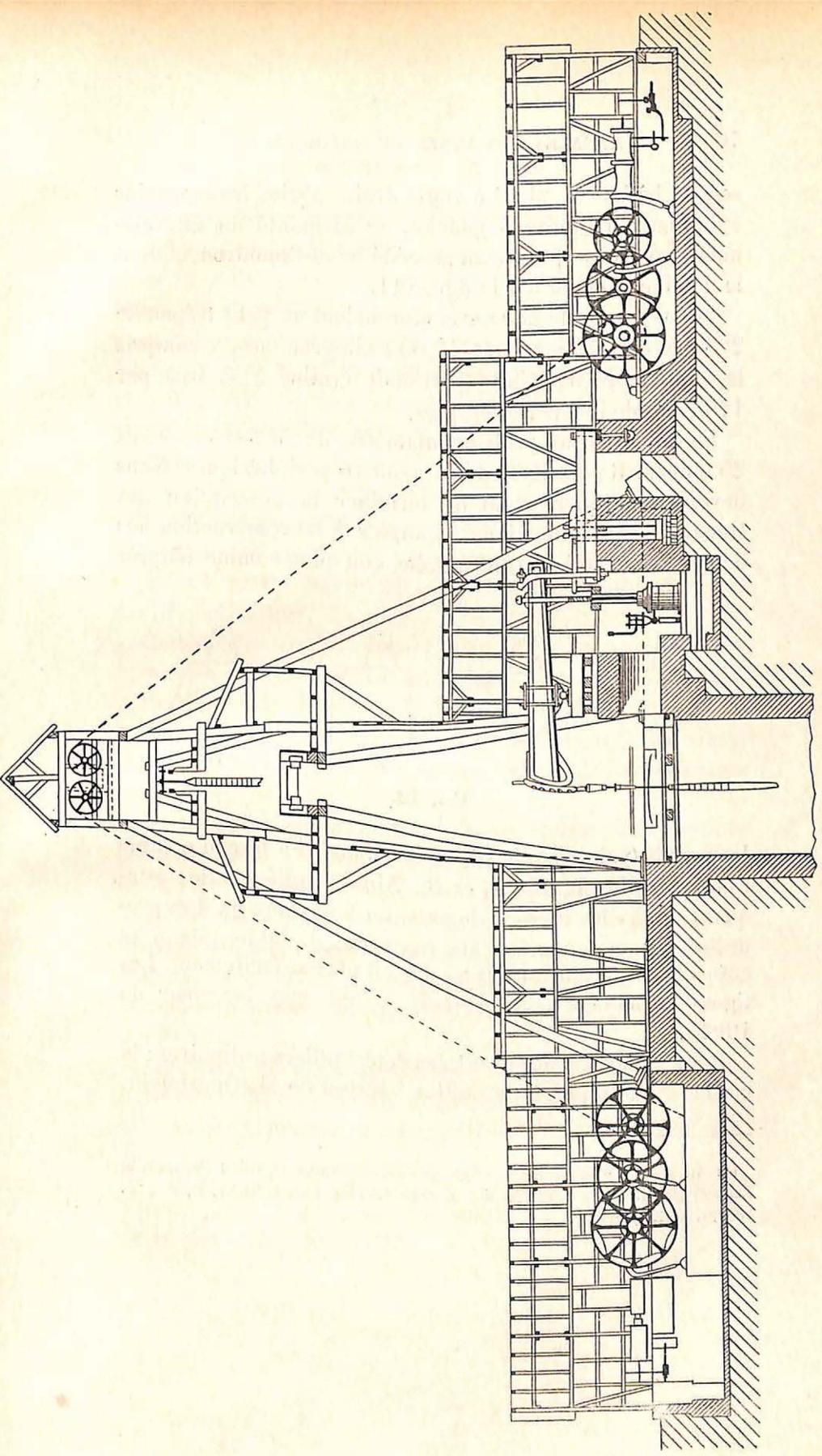


Fig. 11. -- Chevalement pour le procédé Kind-Chaudron à Friedrichshall.

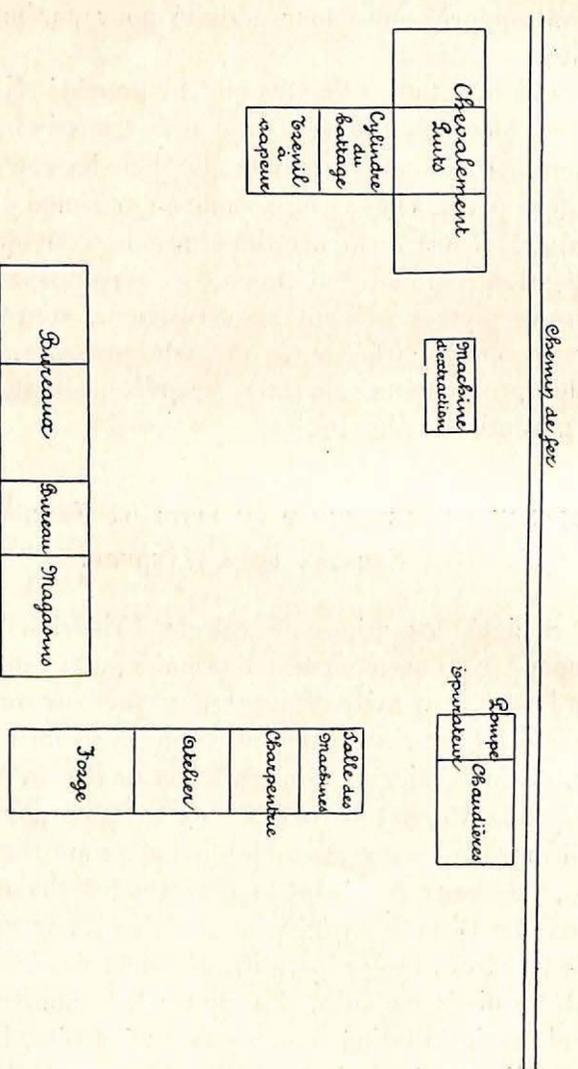


Fig. 10. -- Plan général d'installation à Friedrichshall.

second bâtiment, placé à angle droit, abrite les magasins et bureaux. Le puits, à gauche, est surmonté du chevalement provisoire, propre au procédé Kind-Chaudron, et dont le détail est donné par la figure 11.

Les appareils de battage comprenaient un petit trépan de 2<sup>m</sup>50 de diamètre, pesant 12,000 kilogrammes, y compris la chute libre de Kind (1). Il était terminé à sa base par 17 dents, dont 8 périphériques.

Le grand trépan avait un diamètre de 5<sup>m</sup>250 et pesait 25 tonnes. Il portait 31 dents, dont 10 périphériques. Nous devons remarquer, avant de terminer la description des trépan, les modifications apportées à la construction des dents. Ces dernières sont forgées non plus comme d'après

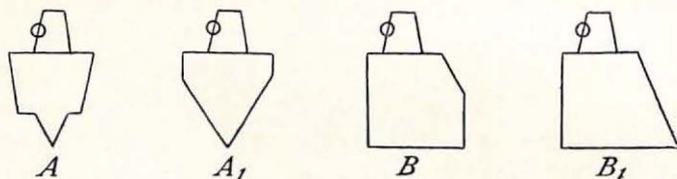


FIG. 12.

les profils (voir croquis 12, *A* et *B*), mais en biseau comme l'indiquent les figures *A*<sub>1</sub> et *B*<sub>1</sub>. Ainsi profilées, elles attaquent mieux les roches; de plus, on a reconnu qu'il se produisait beaucoup moins de ruptures et que le trépan se coinçait moins souvent et ne déviait plus si facilement. Les tiges de battage sont en bois et ont une longueur de 19<sup>m</sup>25.

Pour le curage, on se sert des deux cuillers ordinaires : la cuiller cylindrique, et la cuiller à piston de M. Chastelain.

(1) Au sujet des appareils à chute libre et des coulisses, voir : *Preussische Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen*, 1883, t. XXXI, B, S. 421; 1887, t. XXXV, B, S. 7.

*Marche du creusement.* — Le creusement au trépan commença en juillet 1902, et se fit par passes successives au petit, puis au grand trépan. Dans ces derniers temps la rapidité de frappe (1) a été considérablement augmentée : le nombre de coups a été porté de 18 à 30. La hauteur de la chute a aussi beaucoup augmenté : on a atteint jusque 70 centimètres; normalement l'amplitude comportait 50 à 60 centimètres. Pour permettre de telles hauteurs, il a fallu naturellement bien guider le trépan, ce qu'auparavant on redoutait de faire craignant les bris de tiges. Les avancements moyens obtenus ont été :

Avec le petit trépan, 1 mètre par jour ;

Avec le grand trépan, 50 centimètres, avec un maximum de 78 centimètres.

Comme les roches rencontrées ne se soutenaient pas bien, on fit descendre successivement trois colonnes perdues en tôle. Une première, de 12<sup>m</sup>01 de longueur, qui atteignit la côte de -33<sup>m</sup>73; une seconde, de 7<sup>m</sup>05, allant jusqu'à -39<sup>m</sup>48, et une troisième, de 22<sup>m</sup>50, qui s'arrêta à -60<sup>m</sup>50.

La réduction du diamètre du puits résultant de la pose des colonnes, a entraîné à porter le diamètre du trépan de 5<sup>m</sup>250 à 4<sup>m</sup>96.

Le 9 mars 1904, le puits avait atteint la profondeur de 158 mètres, ce qui donnait un avancement moyen de 8 mètres par mois. Le complexe des terrains traversés était composé d'argiles sableuses, de gypse, de sel gemme et d'anhydrite.

Quelques mots du personnel : au puits, vingt hommes, dont deux chefs sondeurs, puis huit forgerons, trois mécaniciens, un tourneur, trois charpentiers, deux chauffeurs,

(1) Comparer avec le creusement de Bois-du-Luc, *Revue Universelle des Mines*, 1902, t. LX, 3<sup>e</sup> série, p. 27.

deux machinistes et vingt manœuvres. Chaque poste comporte douze heures de travail.

Les accidents les plus fréquents ont été : vingt-cinq ruptures de tiges; presque toutes se sont produites à la vis de raccordement. Les gros madriers d'ancrage, près de la tête du balancier, furent remplacés à peu près tous les deux jours. La chaîne de Gall rattachant les tiges au levier de battage a dû être remplacée deux fois. Enfin les pièces retenant le butoir contre lequel vient frapper l'extrémité postérieure du balancier, comprenant deux gros boulons et deux fortes tiges de section rectangulaire, ont aussi cassé plusieurs fois.

Le creusement terminé, il a fallu s'assurer de l'imperméabilité de la roche où devait venir se poser la boîte à mousse. Pour ce faire, une colonne de tuyau est descendue jusqu'au fond du puits, le tuyau du bas étant terminé par une crépine. Lorsque la colonne est complètement montée, on fait au fond du puits, un lit de gravier surmonté d'une couche de béton.

Des observations faites sur le niveau de l'eau dans la colonne, on conclut à la perméabilité ou à la non perméabilité de la roche en question. Dans le cas qui nous occupe, les terrains ayant été reconnus imperméables, les ouvriers procédèrent à la construction du cuvelage. Les douze premiers anneaux furent descendus au moyen de vis de suspension; à partir du treizième, le cuvelage flotta. Le montage et la descente opérés (en dix jours), on procéda au bétonnage au moyen de trois bétonnières. La composition du béton fut la suivante :

Pour les 25 mètres inférieurs, ciment Portland pur;  
 — 50 — suivants, — magnésique;  
 — 10 — — — pur.

Enfin, pour la partie supérieure, on fit usage d'un mortier dans lequel la proportion de ciment allait en diminuant

avec la profondeur. Le travail du bétonnage demanda un mois. Après six semaines, — temps nécessaire au durcissement du béton, — les eaux furent épuisées et on put constater que le procédé avait pleinement réussi. Nous puissions dans la revue anglaise, *The Colliery Guardian*, du 4 mars 1904, le coût du mètre courant établi par un des ingénieurs de la firme Haniel et Lueg. Les dépenses de tout le creusement sont réparties comme suit :

Chevalement . . . . .	21,075 francs.
Fondations . . . . .	16,875 —
Trépan et accessoires . . . . .	224,300 —
Trois colonnes perdues en tôle . . . . .	39,775 —
Tiges de battage . . . . .	5,500 —
Cuvelage et boîte à mousse . . . . .	312,500 —
Salaires, appointements . . . . .	181,200 —
Matériaux . . . . .	100,000 —
Creusement et pose du cuvelage de raccord . . . . .	111,125 —
Prime . . . . .	62,500 —
	<hr/>
	1,075,450 francs.

soit 6,795 francs par mètre courant.

#### DESCRIPTION DU FONÇAGE DU PUIITS DE LA MINE DE HILDESIA A DICKHOLZEN, PRÈS HILDESHEIM.

Le puits à creuser devait traverser le trias représenté par des grès bigarrés, des argiles rouges et les couches supérieures du Zechstein composées de gypse et d'anhydrite, pour atteindre enfin le sel gemme à une profondeur d'environ 304 mètres.

Le creusement, entrepris d'abord à niveau vide, fut fort pénible dès le début (Novembre 1897), à cause de fortes venues d'eau. Après un an de travail, on atteignit la profondeur de 186 mètres. Mais alors les pompes Duplex qui



(diamètre 0<sup>m</sup>90, hauteur 6 mètres) desservis chacun par une machine.

Le projet prévoit, en cas de réussite, la pose de deux trousses picotées de 90 <sup>m</sup>/<sub>m</sub> d'épaisseur, 400 <sup>m</sup>/<sub>m</sub> de hauteur et 310 <sup>m</sup>/<sub>m</sub> de largeur, raccordées à la boîte à mousse par quatre anneaux de tubbings de 95 <sup>m</sup>/<sub>m</sub> d'épaisseur et de 800 <sup>m</sup>/<sub>m</sub> de hauteur.

L'avancement mensuel a été en moyenne de 2<sup>m</sup>75.

#### DESCRIPTION DU FONÇAGE DU Puits DE RONNENBERG PRÈS HANOVRE (1).

Nous avons vu, à propos des creusements par la congélation, par suite de quelles causes on avait été forcé de recourir au procédé Kind-Chaudron.

Le battage commencé le 1<sup>er</sup> août 1902, se faisait alternativement à l'aide de deux trépan, un petit de 2<sup>m</sup>60 et un grand de 4<sup>m</sup>83 de diamètre. Quoique la congélation fut maintenue pendant toute cette période du travail, les terrains se laissaient aller. Il fallut, pour empêcher les éboulements, enfoncer successivement trois colonnes perdues en tôle : une première allant de 101<sup>m</sup>40 à 117<sup>m</sup>91, une seconde, puis une troisième allant de 130<sup>m</sup>90 à 146<sup>m</sup>37. Le creusement put alors sans interruption atteindre la profondeur de 183<sup>m</sup>68. La construction du cuvelage demanda 14 jours. Le 2 mars, la boîte à mousse atteignit le fond; restait à bétonner l'espace annulaire derrière le revêtement, et à épuiser l'eau. Le 11 juin, après avoir démonté le faux fond, on exécuta les préparatifs nécessaires pour continuer le creusement à niveau vide. La première trousse fut posée à 185<sup>m</sup>20, la deuxième à 188<sup>m</sup>70.

(1) Voir cet article page 23 pour ce qui est du commencement du creusement.

Si l'avancement mensuel a été faible (environ 3<sup>m</sup>50 de puits terminé), il faut remarquer que d'abord on eut à traverser un terrain ébouleux et en plus que pendant tout le creusement on a eu à faire presque exclusivement à une roche très dure (gypse et sel).

#### PROCÉDÉ PAR TOUR DESCENDANTE.

Lorsque l'on a à faire à des terrains sans consistance sur toute leur hauteur, on cherche à creuser le puits, soit à niveau vide, soit à niveau plein, selon les circonstances, en se faisant précéder ou immédiatement suivre d'un revêtement descendant avec trousse coupante. Ce procédé a eu énormément de vogue en Westphalie, particulièrement pour traverser les couches superficielles souvent très aquifères.

Mais ce n'est pas à ce cas que nous nous attarderons, nous voulons surtout parler de l'application de ce procédé aux cas où l'on a à traverser des couches de roches meubles d'une grande épaisseur, tels pour les charbonnages de Rheinpreussen, à Homberg, par exemple. La description du procédé appliqué à ces puits par M. le Directeur Pattberg, a été publiée dans plusieurs revues, Nous nous bornerons à renvoyer aux sources (1). Jusqu'à présent la méthode par tour descendante n'a pas encore fait ses preuves au delà de 178 mètres. Cette profondeur atteinte au puits Hugo, près de Holden (2), doit être considérée, croyons-nous, comme une limite que l'on ne pourra dépasser, étant donné la réduction considérable de diamètre qu'entraîne l'enfoncement de chaque nouvelle tour.

(1) *Preussische Zeitschrift für Berg-, Hütten-und Salinen-Wesen*, 1876, t. XLIV, B. S. 156.

Voir à ce sujet *Revue universelle des Mines*.

(2) *Id* 1899, t. XLVII, B. S. 78.

Quant aux avancements obtenus, ils diffèrent fortement, suivant les différentes périodes du creusement, M. Hoffmann (3) donne le tableau suivant :

PUISSANCE des couches à traverser, en mètres	AVANCEMENT mensuel en mètres.
De 0 à 50 . . . . .	7 <sup>m</sup> 00
50 à 100 . . . . .	5 <sup>m</sup> 00
100 à 150 . . . . .	4 <sup>m</sup> 50

Le coût, vu les conditions complexes du problème, varie aussi très fortement; nous puisons à la même source les renseignements suivants :

PUISSANCE des couches meubles, en mètres	COUT par mètre courant en francs
De 0 à 50 . . . . .	4,375
50 à 100 . . . . .	9,375
100 à 150 . . . . .	13,750

Avant de passer à la description d'un de ces creusements, nous voudrions encore citer deux noms : ceux de MM. Sassenberg et Clermont, qui ont creusé avec succès, par cette même méthode, plusieurs puits dans le district d'Aix-la-Chapelle.

(3) *Loc. cit.*

DESCRIPTION DU FONÇAGE D'UN NOUVEAU PUIITS A LA MINE DE THIEDERHALL, A THIEDE, PRÈS DE BRAUNSCHWEIG.

La Société de Thiederhall commençait le 12 mars 1901, le creusement de son second puits. Les sondages effectués dans les environs avaient permis de reconnaître le profil suivant :

0 <sup>m</sup> 00 à	1 <sup>m</sup> 00.	. . .	Humus.
1 <sup>m</sup> 00 »	1 <sup>m</sup> 50.	. . .	Argile.
1 <sup>m</sup> 50 »	5 <sup>m</sup> 25.	. . .	Gravier.
5 <sup>m</sup> 25 »	46 <sup>m</sup> 11.	. . .	Sable bouillant, avec intercalations de petits bancs d'argile.
46 <sup>m</sup> 11 »	60 <sup>m</sup> 00.	. . .	Argile et sable.
60 <sup>m</sup> 00 »	70 <sup>m</sup> 00.	. . .	Argile avec gros galets.
70 <sup>m</sup> 00 »	73 <sup>m</sup> 50.	. . .	Id. grasse, très compacte.
73 <sup>m</sup> 50 »	88 <sup>m</sup> 50.	. . .	Id. grasse, bleue, avec ammonites.
88 <sup>m</sup> 50 »	315 <sup>m</sup> 00.	. . .	Schistes argileux noirs, avec petits bancs de calcaire.

Le niveau des eaux se tenait à 6 mètres au-dessous du niveau du sol.

Le puits, creusé sur un diamètre utile de 11 mètres, fut d'abord approfondi à niveau vide jusqu'à la tête d'eau, puis ensuite par le procédé de la tour descendante. Le 7 mai 1901, on bâtit la trousse coupante d'une tour en maçonnerie (de 8 mètres de diamètre intérieur), qui devait traverser les sables bouillants aquifères. Malheureusement, le 25 juin 1901, la tour refusa à une profondeur de 22<sup>m</sup>35. Force fut de recourir à une seconde tour; on la fit en fonte, afin de ne pas tant retrécir le diamètre du puits. Celui-ci s'étant entretemps rempli d'eau, on y coula un lit en béton de 3<sup>m</sup>50 d'épaisseur.

Après solidification et épauement, on ancrâ dans la maçonnerie deux anneaux en fonte (voir fig. 13). L'un

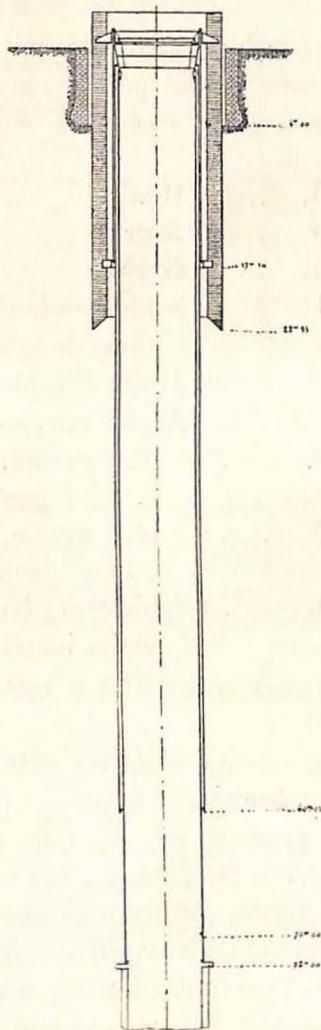


FIG. 13. — Profil de la mine de Thiederhall

Echelle : 1 : 600.

placé à la surface sert d'appui aux douze verins hydrauliques qui aideront à la descente de la tour. Le second,

placé à la profondeur de 17<sup>m</sup>34, est relié au premier anneau par l'intermédiaire de douze tirants en fer de section rectangulaire. Ce dispositif a pour but d'intéresser tout le poids de la maçonnerie à résister aux fortes pressions à exercer pour faire descendre la nouvelle tour.

Le 31 août, on monta la trousse sur le lit de béton et sur celle-ci une tour en fonte de 6<sup>m</sup>40 de diamètre intérieur. Le creusement fut repris en enlevant les déblais au moyen d'un excavateur à double godet. Malgré une très forte pression, la tour ne descendit pas au-delà de 60 mètres, profondeur qu'elle atteignit le 5 août 1902. Après avoir tenté d'épuiser les eaux, on s'aperçut que toutes les venues n'étaient pas encore aveuglées. Une couche de béton de 5 mètres d'épaisseur, fut coulée au fond du puits. Comme les roches devenaient de plus en plus compactes et résistantes, on résolut d'employer le trépan et la cuiller Kind-Chaudron, qui avaient déjà servis au creusement du premier puits. Pendant que s'opéraient les transformations nécessaires au chevalement, le vide annulaire entre la tour en fonte et la tour en maçonnerie fut rempli d'abord au moyen de sable, puis de ciment.

La construction de la seconde tour en fonte, de 5<sup>m</sup>85 de diamètre intérieur, fut terminée le 24 février 1903, et le battage au trépan commença. Après avoir traversé la couche de béton et forcé la tour à descendre, on continua à battre et successivement à enfoncer le revêtement par passes de 5 à 7 mètres.

Le 12 mars 1903, le sabot de la tour atteignait la profondeur de 70 mètres : l'avancement moyen par jour avait été de 35 centimètres. Une trousse picotée, posée à 72<sup>m</sup>30, fut réunie au sabot de la trousse par un cuvelage de raccord. Le but était atteint; les venues étaient toutes aveuglées; il ne restait plus qu'à remplir de ciment l'espace annulaire entre les deux tours en fonte. Le creusement fut

continué à niveau vide et le 2 août 1904, on avait atteint la profondeur de 315 mètres.

Il nous resterait pour passer en revue les principales méthodes, à examiner encore un procédé de dragage dû à M. Honigmann. Son application s'est surtout répandue dans le Limbourg hollandais et dans le bassin d'Aix-la-Chapelle. N'ayant pas eu l'occasion de le voir appliquer, nous renvoyons aux descriptions publiées (1).

(1) *Cours d'exploitation*, de M. HABETS, t. I, p. 374.  
*Revue universelle des Mines*, 3<sup>e</sup> série, t. XXXIII, année 1896.

## NOTE

SUR LES

### TRONCS D'ARBRES FOSSILES

découverts dans les travaux souterrains

DU CHARBONNAGE DE MONCEAU-BAYEMONT, A MARCHIENNE-AU-PONT

PAR

M. J. SMEYSTERS,

Ingénieur en chef Directeur des mines, à Charleroi.

[561 : 55175]

La rencontre de tels troncs dans les exploitations houillères de notre bassin, sans être rare, n'en reste pas moins peu fréquente relativement. MM. X. Stainier, G. Schmitz et A. Bertiaux en ont décrit plusieurs et fourni d'intéressants détails sur le gisement de cette végétation fossile.

Toujours les découvertes de l'espèce ont le privilège d'attirer l'attention des géologues autant que des paléobotanistes, parce que les faits qu'elles révèlent parfois sur la structure intime et la manière d'être de ces débris de la flore carbonifère laissent espérer quelque lumière nouvelle sur le mode encore si mystérieux et si controversé de la formation de la houille.

Ceux qui font l'objet de cette note se présentent dans des conditions qui m'ont paru dignes d'être rapportées. Aussi, M. Spinoit, Directeur-gérant du charbonnage de Monceau-Bayemont, a-t-il bien voulu, à ma demande, en