

NOTES DIVERSES

Creusement des puits en terrains aquifères

[62225]

Cette question n'a pas cessé d'être d'actualité et de faire l'objet de discussions techniques et de projets de procédés plus ou moins perfectionnés. L'expérience est en cette matière le guide le plus sûr et les documents concernant les applications des procédés de fonçage des puits de mines en mauvais terrain présentent le plus grand intérêt, soit lorsqu'on a eu à surmonter des difficultés spéciales ou inattendues, n'eût-on même abouti qu'à un échec, soit lorsqu'on a enregistré un progrès notable dans l'application d'une méthode connue.

Dans cet ordre d'idées, deux fonçages récents entrepris en Allemagne, l'un à niveau plein, l'autre par la congélation par passes successives, méritent d'être signalés; nous en donnons la relation d'après les publications allemandes originales. Nous croyons utile d'y joindre un extrait d'un article d'ensemble extrêmement documenté, publié sur le procédé de la congélation par M. l'Ingénieur Joosten. Aux sources bibliographiques citées par l'auteur, nous avons ajouté par endroits, pour la facilité des lecteurs, les *Annales des Mines de Belgique*.

Bruxelles, juillet 1906.

L. DENOEL.

A. — Fonçage à niveau plein du puits Julius
de la Société minière de La Houve, à Kreuzwald
(Lorraine)

PAR M. VEEWETZER, BERGASSESSOR A SARREBRUCK (1).

En 1900, la Société minière La Houve a entrepris, à côté de son puits d'extraction n° 1, le creusement du puits Julius destiné à l'extraction et à l'aérage de la mine de houille sise à Kreuzwald. Le premier puits ayant été foncé avec succès par le procédé Kind-Chaudron, dans les grès bigarrés aquifères affleurant à la surface du sol, on se décida à employer le même procédé pour le puits Julius. Mais tandis que le puits n° 1 avait été creusé jusqu'à la profondeur de 115 mètres et cuvelé en un an, il a fallu quatre fois autant de temps, avant que fût achevé le puits Julius, d'une profondeur de 105^m90. Les difficultés qu'on a eu à surmonter pour relier le cuvelage au bon terrain non-seulement ont eu pour effet de retarder le travail, mais elles ont même fait douter un certain temps de la réussite. On ne lira donc pas sans intérêt la courte relation suivante du creusement de ce puits.

Le travail au trépan a commencé le 4 janvier 1900 et a été arrêté le 18 décembre suivant, après qu'on eût atteint la profondeur de 105^m90. On a traversé 87^m60 de grès bigarrés. Les schistes sous-jacents ne convenant pas pour l'établissement d'une trousse, le creusement fut poursuivi jusqu'à un conglomérat solide, situé immédiatement en-dessous des schistes et paraissant propre pour la base du cuvelage. Mais il se trouva que ce banc de conglomérat, épais de 3 mètres, avait été complètement traversé dans une partie de la section du puits. Par suite de l'inclinaison des strates (15°), le fond du puits dans la partie sud, avait atteint une couche d'argile schistoïde rougeâtre (fig. 1), circonstance inquiétante et qui rendit d'ailleurs impossible la liaison étanche du cuvelage avec le terrain.

(1) *Glückauf*, Essen, no 25, 1906.

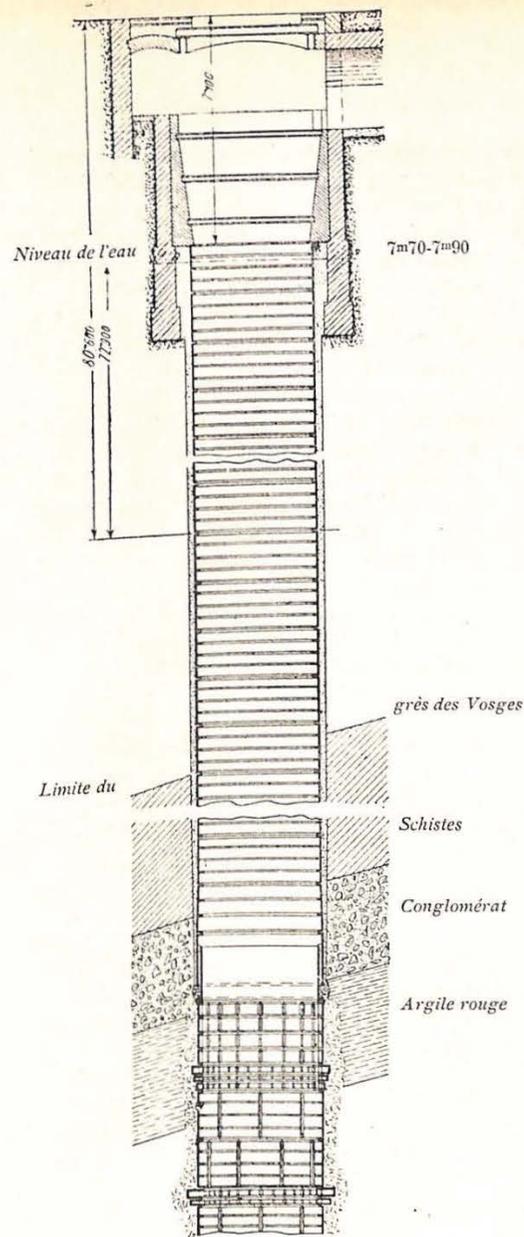


FIG. 1.

La descente du cuvelage et le bétonnage se firent, comme le creusement, sans arrêt. La dernière opération fut achevée à la fin d'avril 1901. Après quatre semaines d'attente, pendant lesquelles on relia, par une maçonnerie étanche, la partie supérieure du cuvelage avec l'orifice du puits, on procéda à l'épuisement et de suite après, comme il paraissait certain que la venue d'eau était coupée, au démontage de la colonne d'équilibre. Mais lorsqu'on arriva à 15 mètres au-dessus du faux-fond, les eaux jaillirent subitement par les tuyaux de la colonne encore en place; la venue était de 2 mètres cubes par minute. La liaison avec le terrain ne s'était donc pas faite. Comme on ne parvint pas à épuiser à la tonne, on ne put procéder à l'enlèvement du faux-fond. La direction se décida alors à bétonner complètement l'espace en-dessous du faux-fond. La situation exacte de la source était inconnue, mais l'eau se faisant jour par la colonne d'équilibre devait évidemment provenir de la boîte à mousse. On espérait, en bétonnant, faire pénétrer le ciment dans les interstices entre la boîte à mousse et le terrain et avoir ainsi, après la prise, le joint étanche. Au moyen d'un raccord en entonnoir, on commença par relever la partie démontée de 90 mètres de la colonne d'équilibre, et après avoir lavé la boue qui recouvrait le fond du puits, on amena le béton par la colonne d'équilibre au moyen de bétonnières de 2 mètres de long et 0^m10 de diamètre (fig. 2). Le contenu de ces bétonnières était chassé par un piston (b), relié au câble par une pince (c). Celle-ci s'ouvre automatiquement au moment où la bétonnière prend fond, on relève ensuite légèrement le tube a.

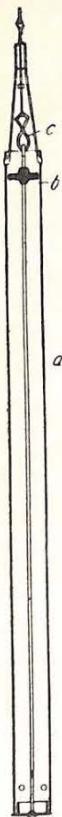


FIG. 2.

Après la prise du béton, on épuisa les eaux et on démonta la colonne d'équilibre. La venue d'eau était coupée en ce sens qu'un bouchon de ciment s'était figé dans le raccord de la colonne d'équilibre au faux-fond, de sorte qu'on pût achever le démontage et installer une pompe d'avaleresse, système Schwade. Mais dès qu'on eut détaché quelques boulons du faux-fond, les eaux pénétrèrent de nouveau; elles n'étaient donc pas maintenues en-dessous du faux-fond, ce qui s'explique par la difficulté de faire pénétrer sur toute la surface du fond du puits le béton introduit par l'étroite ouverture de la colonne d'équilibre.

On résolut alors de briser le faux-fond, de poursuivre le creusement à niveau vide et de maintenir les eaux par un cuvelage se raccordant au précédent. Mais la pompe étant insuffisante, on dut renoncer à l'exécution de ce plan. On en revint à l'idée de bétonner le fond du puits. Si l'on réussissait ainsi à maintenir les eaux et à

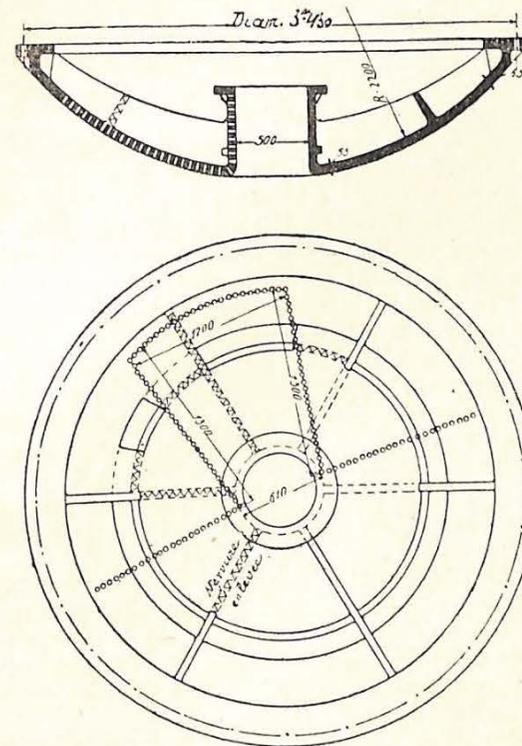


FIG. 3.

empêcher toute circulation derrière le cuvelage, on devait ensuite fouler du ciment par des ouvertures creusées à cette fin dans les anneaux du cuvelage, ce qui aurait pour effet d'opérer la liaison étanche avec le terrain. Comme le deuxième bétonnage ne s'opérerait

plus par la colonne d'équilibre, il fallait créer une ouverture assez grande dans le faux-fond.

Pour faciliter le percement de ce dernier, 180 trous y furent forés à la main très près l'un de l'autre, jusqu'à 10 m/m de distance de la face intérieure, de façon à éviter l'irruption des eaux sous forte pression et en grande quantité. Mais par suite de l'inégalité d'épaisseur des parois, certains trous traversèrent complètement, et les eaux jaillirent sous une pression de 10 atmosphères, et l'on ne parvint qu'avec peine à boucher les trous au moyen de coins et à assurer la continuation du travail.

Après enlèvement d'une nervure de consolidation du faux-fond (fig. 3), on frappa à l'aide d'un mouton de 350 kilogrammes, tombant d'une hauteur de 9 à 10 mètres et guidé par des poutres en bois armées de tôle. Le mouton était relevé par la machine d'extraction et détaché du câble par un levier manœuvré à la main. Au troisième coup, il se forma une ouverture de 0^m50 sur 0^m60 dans le faux-fond. La venue d'eau était de 3 mètres cubes par minute, et la direction se flattait de l'abattre au moyen de la pompe d'avaleresse qui avait été réparée à fond et qui avait 260 m/m de diamètre de piston et 383 m/m de course. Cette pompe, ainsi qu'une deuxième identique prise comme réserve, refusèrent si souvent leur service que ce ne fut qu'à grande peine qu'on parvint à épuiser les eaux. Lorsqu'enfin on eût réussi à atteindre le faux-fond, un nouvel accident força à interrompre l'épuisement. Le repos exigé par les réparations aux pompes fut utilisé pour tenter à nouveau le bétonnage du fond du puits.

On employa du ciment très fluide, introduit dans l'ouverture du faux-fond par de petites tonnes dont le fond s'ouvrait automatiquement. Lorsque, après durcissement du béton, on réussit heureusement à épuiser au moyen des pompes Schwade, on constata que la venue n'était pas complètement supprimée, bien qu'elle eût notablement diminué par l'effet du second bétonnage.

En établissant un fort filet en fil de fer au-dessus du faux-fond et en pilonnant du béton par dessus, on constitua une troisième couche de béton. Pour écarter les eaux dont la circulation aurait retardé la prise, on avait, au préalable, installé horizontalement des tuyaux sur le faux-fond et on les avait reliés avec un tube vertical encastré dans le béton au centre du puits. Les eaux affluant par ce dernier tube étaient reprises par les pompes. Lorsque la troisième couche de béton eut fait prise, et qu'on eut fermé le tube par un tampon, une

venue de 500 litres à la minute se manifesta par le joint à la périphérie entre le cuvelage et le bloc de béton, circonstance due probablement à la différence de dilatation entre le métal et le béton, car de fortes variations de température se succédèrent dans le puits pendant la marche des pompes, les eaux étant très froides.

La liaison étanche n'étant pas encore réalisée, on discuta l'établissement d'un nouveau faux-fond à boulonner au-dessus des nervures de suspension des tiges. On aurait ensuite rempli de béton l'espace en dessous de ce nouveau fond; mais des difficultés d'ordre technique s'opposèrent à l'exécution de ce projet.

Après ces insuccès, on renonça à d'autres tentatives dans cet ordre d'idées, et l'on revint au premier plan consistant à reprendre le fonçage à niveau vide. Pour réaliser l'épuisement le plus rapidement possible, et en tenant compte d'une augmentation possible de la venue, la pompe Duplex fut remplacée par une installation du système Tomson calculée pour 6 mètres cubes par minute. Comme le puits était déjà muni d'un revêtement intérieur, les tonnes furent guidées par des guides rigides et des mains-courantes, ce qui procura plus de sûreté dans la marche en écartant tout danger de ballonnement, de heurt et d'ancrage. Rien ne s'opposait non plus à ce qu'on utilisât des câbles ronds pour l'épuisement. On dut remplacer par un tambour la poulie Koepe de la machine d'extraction, d'une part, parce que l'emploi du contre-câble n'était plus possible, d'autre part, parce que le diamètre de cette poulie était trop grand pour la puissance à déployer par la machine en marche d'épuisement. Les pompes Schwade utilisées précédemment devaient servir à refouler les eaux à la hauteur de 20 mètres dans les réservoirs Tomson. Après la mise en marche, l'épuisement se fit en quatorze jours et fut suivi de l'enlèvement du faux-fond et du béton. Comme le faux-fond englobé dans le béton ne pouvait être retiré en entier, on le rompit à coups de mouton. La venue d'eau s'était élevée à 3 mètres cubes. Sur le fond du puits, on trouva une couche de boue de 0^m70 de hauteur provenant de l'argile rouge, en dessous du conglomérat. Comme les travaux d'approfondissement le démontrèrent, cette argile schistoïde était inconsistante, de sorte que les parois derrière la boîte à mousse et en dessous avaient cédé et que la mousse n'avait pu être comprimée contre le terrain. L'eau des strates supérieures avait donc passé par les vides ainsi formés sous la boîte à mousse et pénétré dans le puits.

Après qu'on eût débarassé le fond du puits, on continua le travail à

la main. Les parois se dégradant continuellement, l'ouverture entre la boîte à mousse et le terrain s'accrut de telle façon que la venue d'eau s'éleva bientôt à 5 mètres cubes. Elle pouvait être combattue par l'installation d'épuisement; cependant celle-ci ayant été surmenée par les travaux précédents, les réparations entraînèrent un nouvel arrêt de deux mois dans l'avaleresse. Après la reprise, on parvint non sans peine à creuser 3 mètres sous la boîte à mousse, jusqu'à l'assise d'une trousse picotée. Mais les eaux en affluant minèrent le terrain à tel point qu'il s'éboula par endroits jusqu'à 1^m50 derrière le boisage provisoire. Aussi l'espace entre le cuvelage et le terrain fut-il chaque fois comblé avec du bon ciment à prise rapide. Dans celui-ci, on ménageait au fur et à mesure trois canaux en maçonnerie allant rejoindre la boîte à mousse et conduisant l'eau à trois ouvertures ménagées dans le deuxième anneau de cuvelage. Bien qu'on laissât écouler l'eau par ces ouvertures pendant le picotage de l'espace entre le cuvelage de raccord et la boîte à mousse, la pression de l'eau sur le cuvelage était encore si forte qu'on ne parvint pas d'abord à faire le picotage étanche. On n'y réussit qu'en enfonçant des coins d'acier dans les coins en bois, et en refermant les ouvertures ainsi formées par des picots en bois de plus en plus petits.

Lorsqu'enfin on ferma les trois ouvertures par des tampons boulonnés, il se fit encore une venue, de 25 à 30 litres par minute, sous la trousse picotée. Pour faciliter la prise du ciment derrière le cuvelage, on laissa le puits noyé pendant huit jours. Après épuisement et reprise du travail d'avaleresse, le terrain sous-jacent se montra peu consistant, de sorte qu'un glissement du cuvelage était à craindre. C'est pourquoi la trousse fut suspendue par des tirants à la boîte à mousse et qu'on rendit issue à l'eau par les trois ouvertures munies de tampons. Après avoir creusé encore 3^m60, on picota une deuxième trousse de cuvelage. En-dessous de celle-ci, le puits pénétra dans du bon terrain, savoir du schiste compact, et à 4^m60 en dessous de la seconde trousse, fut picotée la troisième trousse sur une base en maçonnerie de briques et de mortier de ciment. Dans l'espace entre le terrain et le cuvelage, on pilonna soigneusement du béton. Après montage des anneaux et picotage soigné, le puits fut de nouveau noyé pendant quatorze jours pour laisser prendre le ciment derrière le cuvelage de raccord. Signalons encore que le joint entre le deuxième et le troisième raccord, comme il y avait urgence par suite d'avarie à l'installation d'épuisement, fut rendu étanche par refoulement de ciment, ce qui ne prit que huit heures, tandis que le picotage au bois des deux

premiers raccords avait pris huit jours. Après épuisement et fermeture de toutes les issues, on constata que l'on avait enfin réussi définitivement à maîtriser la venue d'eau.

Ainsi, il a fallu quatre années entières, depuis le début des travaux de fonçage jusqu'en janvier 1904, pour que le puits Julius fut creusé jusqu'à 117^m10 de profondeur. De cette période, deux ans trois quarts ont été absorbés par les travaux effectués en vue de rendre le cuvelage étanche. Fort heureusement, l'exploitation de la mine n'a pas été compromise par le retard dans le creusement de ce puits, qui n'était d'abord destiné qu'à servir de seconde issue et qui a pu être mis en service pour l'extraction en novembre 1905.

B. — Développement du procédé par la congélation depuis sa première application en 1883 (1)

PAR M. J. JOOSTEN, INGÉNIEUR DES MINES, A KERKRADE
(LIMBOURG HOLLANDAIS).

Sous ce titre, l'auteur a réuni dans une série de tableaux les données les plus intéressantes sur tous les creusements de puits effectués depuis 1883 par le procédé de la congélation Poetsch, afin de montrer que, toutes circonstances égales, il peut non-seulement concourir avec les autres procédés, mais qu'il leur est même jusqu'à un certain point supérieur.

Ces tableaux renseignent la nature des terrains traversés, le nombre et la profondeur des sondages exigés pour la congélation, pour un diamètre de puits déterminé, le système et la puissance de l'installation calorifique, la durée du forage, de la congélation et du creusement. On y trouve aussi, pour autant qu'il a été possible de se les procurer, les données sur l'effet utile en général et sur les prix de revient, d'où l'on pourra déduire des prévisions au sujet de la durée et du coût d'un puits à établir. Sont également mentionnés les noms des entrepreneurs et des notes bibliographiques et sources concernant chacun des creusements.

(1) *Glückauf*, Essen, n° 22.