

# NOTE

SUR UNE

## Rupture du Cuvelage consécutive à la gelée

PAR

N. ORBAN

Ingénieur principal des Mines, à Liège

---

La présente note relate l'accident de cuvelage qui s'est produit, le 17 février 1917 au puits n° 1 d'extraction du siège Bâneux des charbonnages de Bonne-Fin-Bâneux, à Liège et les divers travaux exécutés par la remise en bon état du puits sinistré.

Avant d'aborder la question même de l'accident, il me paraît toutefois opportun, à plusieurs points de vue, de dire quelques mots sur la situation générale du siège.

Celui-ci comportait tout d'abord, au moment de l'accident, un puits d'extraction ou n° 1, d'une profondeur d'environ 322 mètres, avec étages en activité à 208 et 315 mètres. Tous les travaux étaient desservis uniquement par deux longues bœuvres de direction générale Nord Ouest. Dans le puits circulaient des cages ordinaires, actionnées par machine à vapeur, avec câbles plats en acier. Le guidonnage était du type Briart et, excepté une conduite d'air

comprimé de 100 <sup>m</sup>/<sub>m</sub> de diamètre, aucune autre installation n'occupait la section du puits dont il s'agit.

A proximité de ce premier puits s'en trouve un autre, dit d'exhaure ou n° 2, d'une profondeur d'environ 500 mètres et dont la partie supérieure, jusqu'à la profondeur de 115 mètres, est divisée en deux compartiments distincts. L'un de ces compartiments constitue le tronçon supérieur d'un puits d'aérage, prolongé, sous le niveau de 115 mètres, par un premier bouchtuy descendant jusqu'au niveau de 208 mètres, ensuite par un second atteignant le niveau de 315 m. Une colonne à vapeur et une colonne de refoulement, en relation avec les pompes des deux étages en activité, empruntent et le tronçon d'aérage du puits n° 2 et les bouchtuy susdits, tous garnis d'échelles pour la circulation du personnel. Des échelles également accessibles au personnel existent dans le deuxième compartiment du puits n° 2 depuis la surface jusqu'au niveau de 208 mètres. En outre, un cuffat manœuvré par cabestan à vapeur peut circuler entre les mêmes niveaux. Sous 208 mètres, le puits d'exhaure n'est plus utilisé depuis un temps considérable.

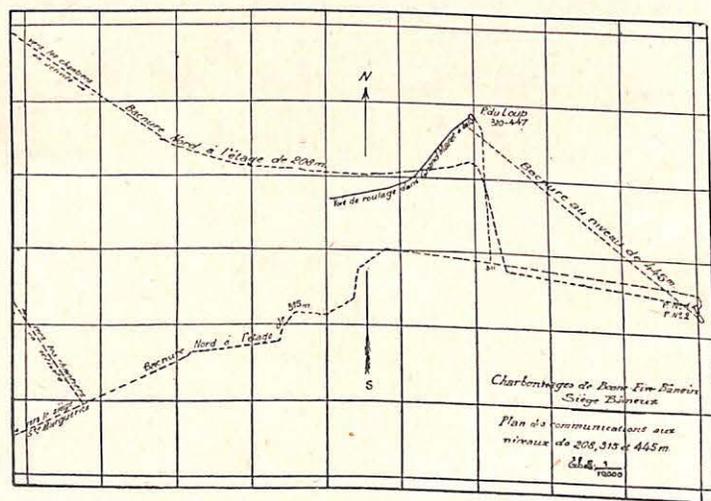


Fig. 1. — Plan des communications principales.

Indépendamment des deux puits dont il vient d'être question, le siège possède un deuxième puits d'aérage, dit de Nouvelle-Bonne-Fin,

situé à quelque 2,025 mètres au Nord-Ouest du puits n° 1 et en relation avec lui notamment par les bacnures des niveaux de 208 et 315 mètres. Avant l'accident, ce puits servait au retour de l'air ventilant toutes les exploitations en amont-pendage du niveau inférieur.

Sous celui-ci, existait toutefois un sous-étage, à la profondeur de 445 mètres, sous-étage desservi par un puits intérieur dit « Puits du Loup », pourvu d'une machine d'extraction à air comprimé. Un seul chantier y était en activité dans la veine Grand Maret. Il était ventilé, ainsi que les salles des pompes de 208 et 315 mètres, par le premier puits d'aérage dont il a été question. D'autre part, le même chantier avait été mis autrefois en relation avec le puits n° 2 par une bacnure au niveau de 445 mètres, laquelle, n'étant plus entretenue depuis longtemps, était considérée comme inaccessible.

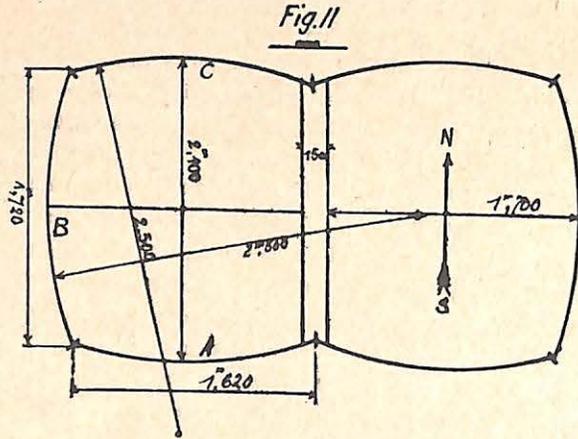
Je signalerai encore qu'à l'étage de 315 mètres une communication existait avec le siège Ste-Marguerite des mêmes charbonnages de Bonne-Fin-Bâneux où elle aboutissait à l'accrochage de 312 mètres. Elle était utilisée pour conduire par berlines, au siège Bâneux, certaines catégories de charbon entrant dans la fabrication des agglomérés. Par suite de la différence d'altitude des orifices des puits, on compte 28 mètres de différence de niveau entre les deux accrochages, la pente de la galerie était dirigée vers le siège Bâneux.

Le plan, fig. 1, permet de se rendre compte de la disposition des puits et communications ci-dessus envisagés; ces communications ont joué un rôle plus ou moins important après l'accident, surtout en ce qui concerne l'accès aux travaux souterrains, leur entretien provisoire et leur ventilation.

Bien que situés au pied de la colline qui borde la rive gauche de la vallée de la Meuse, les puits n° 1 et n° 2 Bâneux ne traversent pas le gravier aquifère de cette vallée. D'après des renseignements assez vagues fournis par la Direction de la mine ou trouvés dans les archives administratives, ces puits furent mis en relation, très probablement même lors de leur fonçage, avec des exploitations à faible profondeur conduites dans les couches Pestay et Grande Veine par un ancien bure dit « bure La Vigne », distant de quelques centaines de mètres. Or, il est certain qu'un chantier tout au moins du bure en question avait desserré au gravier aquifère. Ce fait força l'exploitant à la construction de cuvelages dans les deux puits.

Il doit avoir existé à l'origine des cuvelages en bois, parce qu'on en a retrouvé des traces. En tout cas, les cuvelages en fonte existant lors de l'accident datent de 1878. Les figures II, III et IV donnent

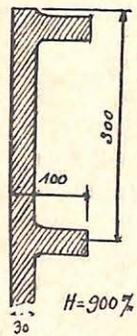
les renseignements généraux sur la forme du cuvelage du puits n° 1, son épaisseur, sa hauteur, ainsi que sur la profondeur de la tête d'eau.



Section horizontale dans le cuvelage.

Ce cuvelage s'étend entre les profondeurs de 13<sup>m</sup>70 et 59<sup>m</sup>00 sous l'orifice du puits, soit sur une hauteur de 45<sup>m</sup>30. La tête d'eau est à la profondeur de 16<sup>m</sup>40. Chaque anneau proprement dit de cuvelage mesure 900 millimètres de hauteur et est constitué de six segments de 30 millimètres d'épaisseur, renforcés par un cloisonnement et une file médiane de partibures. Il existe ainsi 49 anneaux, plus une trousse de 1<sup>m</sup>20 de hauteur. Etant donné que la tête d'eau arrive à 2<sup>m</sup>70 sous le niveau supérieur du cuvelage, la pression maximum à laquelle celui-ci est soumis correspond à une hauteur d'eau de 42<sup>m</sup>60, soit approximativement 4 atmosphères. Sous le cuvelage, le puits est en partie à roche nue, en partie maçonné.

Fig. III

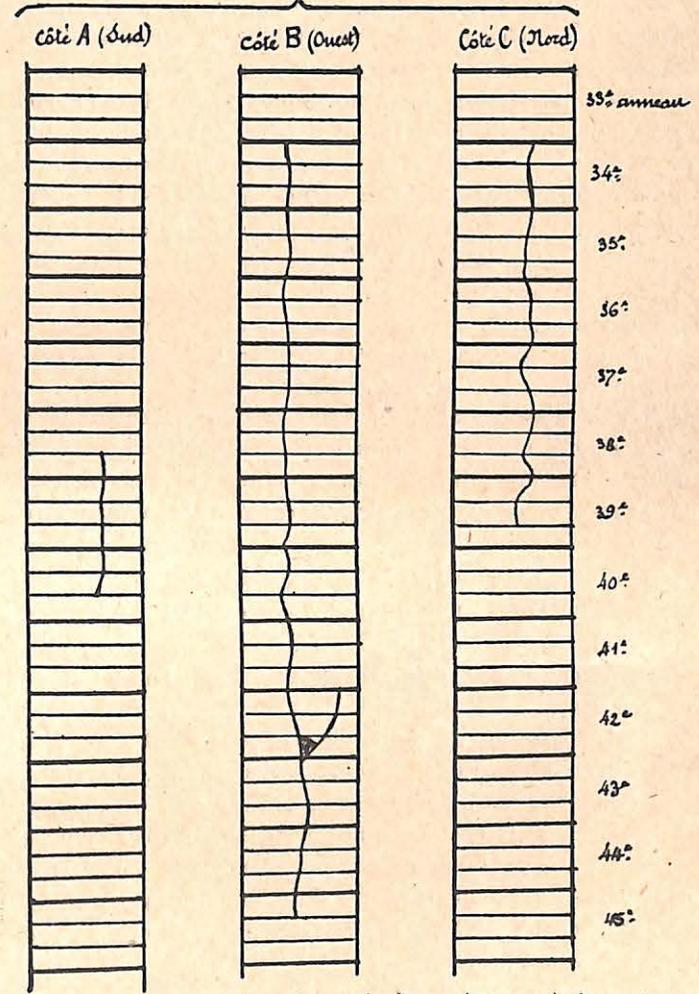


Fragment d'un anneau de cuvelage.

Depuis de nombreuses années tout au moins, si pas depuis leur pose, aucun des cuvelages des puits n° 1 et 2 n'avait donné lieu à fuite d'eau ou accident quelconque. Mais, pendant une partie des mois de janvier et février 1917, un froid rigoureux se fit sentir. Etant donné que le puits n° 1 servait d'entrée d'air, l'air qui s'y engouffrait conservait,

malgré les braseros entretenus aux abords immédiats, une température certainement inférieure à zéro. Il dut, de ce fait, se former

Fig. IV



Projections verticales de trois parois de cuvelage après la rupture.

entre le cuvelage et la roche un mur de glace plus ou moins épais, plus ou moins complet.

Le cuvelage du puits n° 2 n'avait pas à craindre un tel danger,

attendu que l'un de ses compartiments servait au retour de l'air et contenait une tuyauterie à vapeur et qu'à la tête de l'autre compartiment se trouvait un plancher plein supprimant toute ventilation active.

Le 17 janvier, le dégel était accentué depuis deux à trois jours. Vers 4 heures de relevée, peu après la fin de la remonte du poste et alors qu'aucun indice précurseur n'avait été remarqué par le personnel ou les visiteurs-puits, une partie du cuvelage du compartiment Ouest céda brusquement et une énorme masse d'eau commença à s'épancher dans le puits. La figure IV montre les fortes lignes de cassures qui furent relevées quelques jours après. Au 42<sup>e</sup> anneau, le triangle hachuré indique un morceau de segment tombé. C'est principalement par l'ouverture correspondante que les eaux se précipitaient dans la mine.

Quelques ouvriers qui se trouvaient encore dans les travaux purent remonter par le puits d'aérage Bâneux et il ne résulta par conséquent de l'accident que des dégâts matériels.

Bien qu'on n'ait pu mesurer d'une façon quelconque la venue d'eau, on peut estimer que, pendant les premiers jours, elle était de 5 à 600 m<sup>3</sup> à l'heure. Elle diminua ensuite progressivement, mais toutefois dans une proportion relativement réduite, par suite de l'assèchement relatif de la nappe aquifère dans un rayon de plus en plus étendu autour du point d'émergence des eaux.

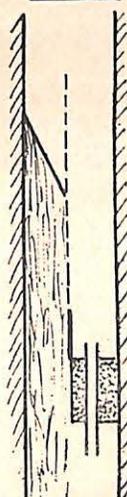
Passant par les communications de l'étage de 315 mètres, les eaux noyèrent tout d'abord le puits d'exhaure ainsi que la partie encore libre de la bacnure à 445 mètres vers le Grand Maret. Peut-être même, traversant les éboulements de cette galerie, commencèrent-elles à noyer aussi le chantier ouvert dans la susdite couche. En tout cas, dans l'intervalle du 18 au 19 février matin, elles refluent sur la bacnure de 315 mètres, gagnèrent la salle de la pompe d'épuisement, puis la bacnure du puits du Loup. Elles finirent par se déverser dans ce puits et, dès lors, leur niveau dans la bacnure principale resta stationnaire. Sur cette bacnure principale, elles s'avançaient jusqu'à 150 mètres environ au-delà de la bifurcation aboutissant au susdit puits.

Des mesures furent immédiatement prises pour parer au danger de l'inondation complète, non seulement des travaux du siège Bâneux, mais aussi des travaux du siège Sainte-Marguerite. La trombe d'eau jaillissant dans le puits empêchait de descendre avec la cage sous le niveau de la rupture. Des ouvriers dévoués allèrent

confectionner en face de celle-ci une espèce de cloison en madriers qui dérivait plus ou moins complètement la venue dans le seul compartiment Ouest. Il fut ensuite décidé de construire une plate-cuve en béton s'appuyant, par l'intermédiaire d'un triple plancher en rails de mine, sur les nervures de la trousse. Le travail fut commencé par le compartiment Est et on lui donna deux mètres d'épaisseur en y fixant au travers un tuyau de 30 centimètres de diamètre, destiné à assurer l'écoulement des eaux pendant l'exécution du même travail dans le compartiment Ouest. A cette fin aussi, la ligne médiane des partibures fut cimentée en paroi sur une certaine hauteur au-dessus de la plate cuve proprement dite de façon à constituer un réservoir (voir fig. 5).

Cette première partie de la plate-cuve terminée, la venue fut dérivée par un nouveau cloisonnement dans le réservoir en question et aveuglée autant que possible. On construisit alors la deuxième partie de la plate-cuve de façon analogue à la première. Exécuté par des ouvriers choisis du siège ainsi que par des ouvriers d'un entrepreneur spécialiste en travaux de mine, le travail de confection de la plate-cuve réussit parfaitement. Il avait exigé trois jours, du 18 au 21 février. Par le tuyau de 30 centimètres dont il a été fait mention, les eaux continuaient à s'épancher dans le puits. En obstruant ce tuyau par un dispositif approprié, on arrêtait évidemment l'inondation de la mine. Mais le problème exigeait mûre réflexion. En effet, les eaux allaient monter très rapidement au-dessus de la plate-cuve, de telle sorte que la fermeture devait s'opérer de la surface ou tout au moins d'un endroit, au-dessus de la tête d'eau, qui devait être accessible en tout temps. D'autre part, le dispositif devait être tel qu'il fut permis, à un moment quelconque, de l'enlever facilement. Enfin, point délicat, la plate-cuve reposant sur la trousse, celle-ci ou le terrain d'assise n'allait-il pas céder sous la charge supplémentaire correspondant à une hauteur d'eau de 40<sup>m</sup>60 environ, c'est-à-dire, pour une section approximative de puits de 7 mètres carrés, sous une charge supplémentaire d'environ 284 tonnes. Pour la fermeture du tuyau, on adapta sur la tête de celui-ci un siège parfaitement plan destiné

Fig. V



Confection  
d'une plate-cuve.  
Constitution  
d'un réservoir  
dans la partie est  
du puits.

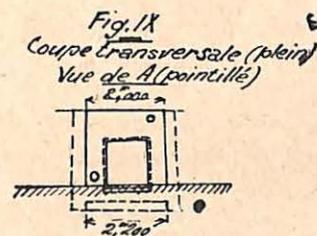
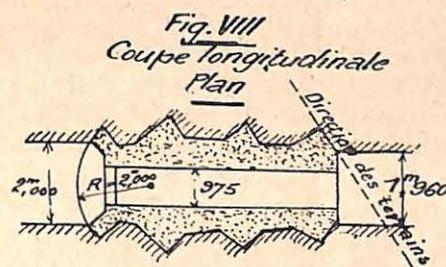
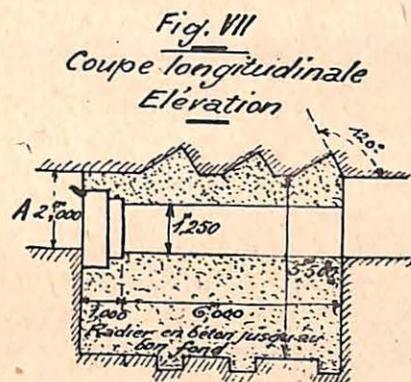
à recevoir une soupape guidée par trois ailes en fer rond arqué. La soupape avait sa portée garnie d'un cercle en plomb encastré à queue d'hironde et destiné à former joint étanche. Elle était manœuvrée de la surface par une forte chaîne.

Quant à la plate-cuve, son renforcement fut jugé indispensable pour parer à un accident qui aurait eu des conséquences à peu près irrémédiables. Dans ce but, une petite galerie fut creusée du puits n° 2 de façon à déboucher à deux mètres sous la base de la trousse de l'autre puits. A partir de son niveau, on établit dans le puits sinistré une ossature en poutrelles, bien assise sur le terrain et aboutissant d'autre part à la plate-cuve. Ensuite, on bétonna jusqu'à cette dernière, sur 1<sup>m</sup>570 environ de hauteur, de façon à former avec la plate-cuve préexistante un massif d'environ 3<sup>m</sup>570 de hauteur totale. Ce travail fut terminé le 15 mars. Le 19, la soupape était descendue sur son siège avec réussite complète. Il ne fut constaté que que des fuites sans importance.

A ce moment, l'inondation des travaux du puits du Loup n'était pas encore complète. Cependant, en vue de parer éventuellement, en cas d'inondation plus étendue de l'étage de 315 mètres, à l'arrivée des eaux dans les exploitations du siège Ste-Marguerite, on avait construit, sur la communication aboutissant à ce siège, un serrement en béton destiné à maintenir, jusqu'à nouvel ordre tout au moins, une partie de la venue. Mais, étant donné que la dite communication est constituée pour une grande partie par d'anciennes galeries en veine, pour le reste par des travers-bancs en terrain plat avoisinant d'anciens travaux ou des passées de veine, on n'avait pas le choix pour l'emplacement du serrement. A l'endroit désigné, une couche fut même rencontrée dans l'entaillement en mur. Les fig. VII, VIII et IX donnent les renseignements généraux sur le serrement envisagé. Celui-ci fut fermé le 3 mars. Mais, préalablement même à la fin des travaux de réfection du puits Bâneux, on enleva le bloc de béton qui y constituait une espèce de porte. Cet ouvrage d'art n'a par conséquent pas été mis sous pression d'eau.

La chute des eaux dans la mine étant arrêtée, il restait à envisager la question des travaux nécessaires pour remettre le puits sinistré en état d'être utilisé à nouveau, toute exploitation ayant naturellement cessé de façon absolue depuis le 17 février. Pour l'exhaure des eaux noyant en partie la bœnure de 315 mètres et les travaux en aval, il fut décidé, en raison de diverses circonstances créées par l'état de guerre, de recourir au système très simple et très pratique,

quoique d'un rendement défectueux, de l'émulsion par l'air comprimé. La pompe à vapeur de l'étage de 208 mètres n'avait cessé de fonctionner et elle était capable de prendre la venue qui lui serait

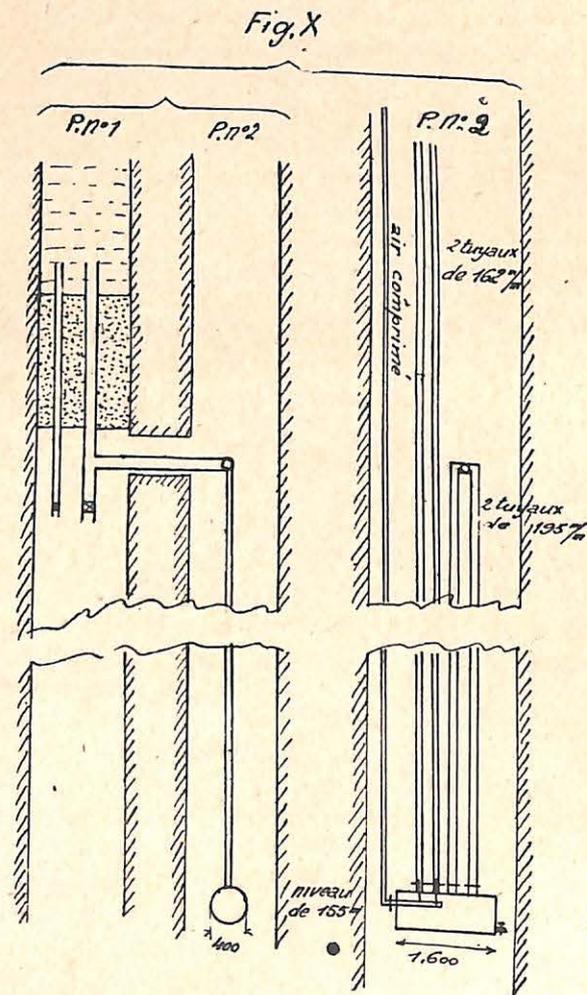


Serrement effectué sur la communication  
avec le siège Ste-Marguerite.

fournie du niveau inférieur. D'un autre côté, pour avoir à l'émulseur la charge d'eau que la pratique indique (environ 1 1/2 fois la hauteur de refoulement), on disposait très heureusement du puits n° 2, profond d'environ 500 mètres. Toutefois, les compresseurs d'air



communication existant sous la plate-cuve jusqu'au puits n° 2. Là, elle bifurquait en deux conduites de 195 mm de diamètre descendant jusqu'au niveau de 155 mètres. Au niveau en question, les conduites



*Dispositif imaginé pour l'abattement des eaux à proximité de la plate cuve.*

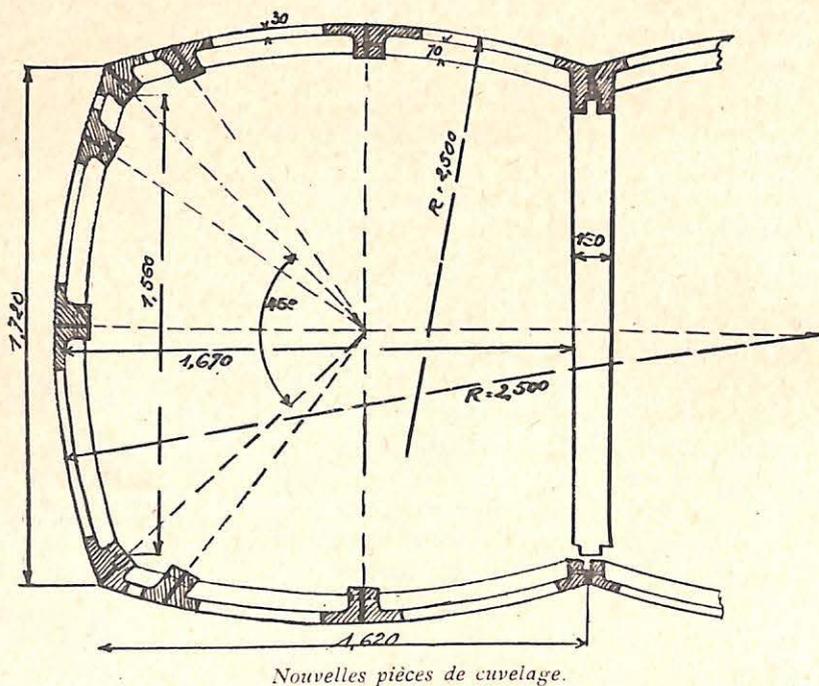
aboutissaient à un réservoir cylindrique horizontal de 1<sup>m</sup>600 de longueur sur 0<sup>m</sup>400 de diamètre, pourvu d'une vanne de vidange et auquel se raccordaient deux conduites de 165 millimètres de diamètre

remontant directement à la surface. Ces conduites formaient émulseur au moyen d'air comprimé leur amené par tuyauterie spéciale. L'air comprimé n'ayant normalement qu'une pression maximum de 8kgs/cm<sup>2</sup>, on eut d'abord recours pour la mise en train à un petit compresseur spécial fournissant de l'air à 14kgs/cm<sup>2</sup>, ce qui correspondait sensiblement à la hauteur d'eau en charge au début (155 mètres — 16<sup>m</sup>40). Au fur et à mesure que le niveau de l'eau baissait au-dessus de la plate-cuve, le compresseur supplémentaire accélérât. Lorsque la pression tombait aux environs de 9kgs/cm<sup>2</sup>, on arrêtait le compresseur en question et l'on établissait rapidement la communication avec le compresseur ordinaire fonctionnant temporairement à cette pression. Un moyen plus pratique d'amorçage fut trouvé peu après. Il consistait simplement à vider le puits par les vannes existantes; puis, la grande vanne fermée, à mettre l'émulseur en action au moyen de l'air fourni par l'installation ordinaire. La vanne de la petite conduite de 100 millimètres restait ouverte, de façon à constituer toujours un dispositif de sécurité. L'émulseur a parfaitement maintenu le niveau de l'eau jusqu'à la tête de la grosse tuyauterie de 30 centimètres, soit jusqu'à 56 mètres approximativement de profondeur. Une crépine amovible avait été adaptée sur la susdite tête pour éviter éventuellement une obstruction par des débris quelconques. D'après des mesurages, la venue d'eau du cuvelage, à l'époque où cet émulseur a fonctionné, n'était plus que d'environ 146 m<sup>3</sup> à l'heure.

On put ainsi procéder de façon simultanée au remplacement en descendant des éléments brisés ou fêlés du cuvelage et à l'exécution en montant de nouvelles passes de la chemise en béton armé sous celle déjà existante. Il est à remarquer que le nombre d'éléments nouveaux qui ont été nécessaires s'est trouvé notablement supérieur à celui qu'un premier examen avait fait connaître. Beaucoup de fêlures étaient difficilement constatables, même à la surface, sans une visite très minutieuse. Pendant le poste de jour, deux ou trois ouvriers démontraient les pièces à remonter et à remplacer du poste de nuit suivant. Les ouvriers bétonneurs travaillaient uniquement du poste de jour. Ainsi que le montre la fig. XI, les nouvelles pièces de cuvelage ont été conçues de façon à pouvoir s'agencer aisément sur place les unes aux autres ainsi qu'à celles supérieures. Elles sont en fonte, au nombre de neuf par anneau et par compartiment du puits, ces neuf pièces formant trois groupes de trois pièces identiques. Leur épaisseur est de 30 millimètres comme les anciennes. Les joints sont

au plomb et entre les lèvres des brides, on a introduit du mastic de fer. Des éléments ont été remplacés jusqu'au 48<sup>e</sup> anneau, ce qui a même rendu nécessaire un certain entaillage préalable de la plate-cuve et la résection du tuyau de 30 centimètres. En tout, quinze segments ont été remplacés du côté Ouest du compartiment Ouest, onze du côté Nord, cinq du côté Sud. Aux 47<sup>e</sup> et 48<sup>e</sup> anneaux à

Fig. XI.

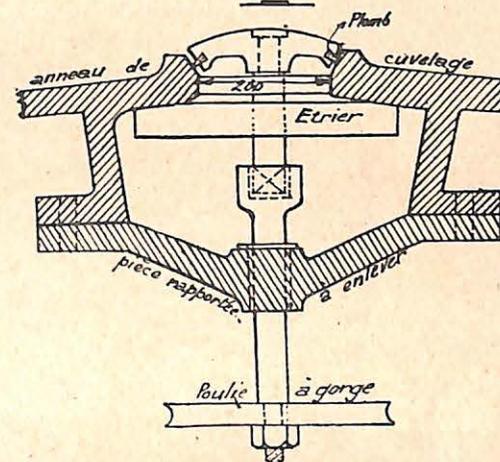


partir de la tête, côté Ouest, on avait prévu pour chacun une vanne de la forme spéciale qu'indique la fig. XII. La vanne inférieure avait pour but de s'assurer simplement, par sa fermeture, de la bonne liaison de l'anneau correspondant avec le 49<sup>e</sup> et dernier anneau au-dessus de la trousse. Quant à la vanne du 47<sup>e</sup> anneau, elle avait reçu sur sa vis de fermeture un petit volant à gorge, manœuvrable de la surface par câble. Elle devait permettre de laisser remonter à volonté les eaux derrière le cuvelage, c'est à-dire

permettre d'éprouver ce dernier dans des conditions normales.

La confection de la chemise en béton armé, ainsi que celle d'un revêtement en béton ordinaire dans la partie du puits allant du 10<sup>e</sup> anneau à l'orifice, furent terminées le 29 septembre 1917. Au cours du travail, des tuyaux, au nombre de 49, avaient été répartis suivant une disposition plus ou moins hélicoïdale sur toute la surface du cuvelage, toutefois le plus grand nombre dans la région inférieure, pour permettre en temps opportun une injection de lait de ciment. Ces tuyaux furent ensuite pourvus de robinets ad-hoc.

Fig. XII

Vannes prévues aux 47<sup>e</sup> et 48<sup>e</sup> anneaux.

Le 15 octobre, l'émulseur étant arrêté, toutes les vannes et robinets fermés, sauf la vanne du 47<sup>e</sup> segment, on laissa les eaux remonter dans le puits. Il est à noter que la vanne du 48<sup>e</sup> segment était déjà fermée depuis quelques temps, le raccord des anciennes aux nouvelles pièces n'ayant donné lieu à aucune constatation spéciale. D'abord très rapide, l'ascension de l'eau se fit de plus en plus lente, conséquence de l'épuisement produit dans la nappe aquifère. Le 20 octobre, la tête d'eau était à 34 mètres au-dessus de la plate-cuve. Il fut alors procédé de la surface à la fermeture de la vanne restée ouverte. Ce même jour, la vanne du tuyau de 100 millimètres fut tournée de façon à produire une vidange assez lente du puits. Le 22 matin, la plate-cuve était à sec. Une visite

minutieuse entreprise assitôt après ne fit constater que trois faibles fuites aux raccords horizontaux de passes de béton et sous des partibures, endroits où le rematage des joints du cuvelage avait été difficile.

On commença le lendemain l'injection de lait de ciment par les robinets inférieurs. Il est inutile de décrire l'appareil employé à cette fin, le type ne différant pas de celui utilisé déjà à maintes reprises dans des cas de l'espèce. La proportion de ciment fut augmentée progressivement de 5 à 50 %. Mais un déboire très sérieux se produisit bientôt. Les petites fuites au cuvelage furent supprimées ; toutefois, on n'arrivait pas à saturer jusqu'à refus certains trous d'injection utilisés, bien que la quantité de ciment introduite fût cependant considérable. Le directeur du siège supposa, avec raison, que le ciment passait dans l'ancienne exploitation de Grande Veine, la plus inférieure des deux couches dont il a été précédemment parlé. Il imagina alors d'introduire, en remplacement du ciment, du gravier du Rhin, lequel forma obstruction aux environs du cuvelage. Après refus des robinets intéressés, le lait de ciment fut injecté à nouveau par des robinets immédiatement supérieurs. On suppose que le ciment a enrobé le gravier. Reprise par le bas, l'injection réussit alors de façon complète. Le procédé de l'injection préliminaire de gravier fut employé avec le même succès à l'endroit du passage de la couche Pestay.

En même temps que s'effectuait cette opération d'injection de ciment, on préparait à la base de la plate-cuve une trousse de renfort pour éviter tout mouvement de terrain qui pourrait être occasionné soit par l'enlèvement de cette plate-cuve, soit par la surcharge donnée au cuvelage. A cette fin, on établit une nouvelle assise en poutrelles correspondant intérieurement à la section du puits, assise qui fut reliée par cimentage à l'assise préexistante.

Le 19 novembre 1917, la démolition de la plate-cuve fut enfin commencée. Dans le béton, le travail s'exécuta au moyen de marteau-piqueurs à air comprimé. Pour le coupage des pièces métalliques, on eu recours au chalumeau oxyhydrique. Le 22 décembre suivant, le puits était rendu complètement libre et, dès les premiers jours de janvier 1918, après remplacement du guidonnage, en bonne partie usé, l'exploitation était reprise à l'étage de 208 mètres. Quant à l'exploitation à l'étage de 315 mètres, elle a été différée jusqu'à nouvel ordre parce qu'il est nécessaire de creuser à ce niveau un tronçon de bacnure assez important pour supprimer une partie

du travers-bancs primitif qui présentait une allure ondulée et chevauchante et créait anciennement des difficultés de transport.

Il n'est pas douteux que l'accident du puits ci-dessus envisagé a été la conséquence de la pression énorme d'un mur de glace formé à la suite d'une période de gel prononcé, mur de glace existant tout au moins entre une partie du cuvelage et la paroi rocheuse correspondante. Cette pression provoqua la fissuration de nombreux éléments du revêtement, sans qu'il en résultât tout d'abord de fuite d'eau, en raison de l'obstruction formée par la glace. Mais celle-ci une fois disparue ou du moins disloquée, la pression directe de l'eau sur les pièces brisées amena aussitôt l'accident.

---