

RUPTURE
D'UN
RACCORD DE CUVELAGE PICOTÉ

Rupture d'un raccord de Cuvelage picoté

Note sur le coup d'eau survenu le 20 janvier 1915 au siège de St-Vaast
des Charbonnages de La Louvière et Sars-Longchamps.

PAR

JULES D'HAENENS

Ingénieur au Corps des Mines, à Charleroi (1).

Les puits n^{os} 9 et 10 du siège de St-Vaast ont un diamètre utile de 4 mètres et sont distants de 50 mètres. Ils ont été foncés dans les morts-terrains au cours des années 1909-10-11 par la méthode par congélation.

Les diverses formations géologiques rencontrées au cours du fonçage sont indiquées à la fig. 1.

La tête des cuvelages en fonte se trouve à la profondeur de 39 m. Chaque cuvelage est composé de 105 anneaux formés de 6 segments égaux de 1^m497 de hauteur et de 5 trusses de 0^m25 de hauteur. Ces trusses picotées sont établies aux profondeurs de 81 mètres, 120^m70, 148^m08, 196^m66, 208 mètres au puits n^o 9 ; 79^m75, 119^m10, 161^m49, 198^m07, 207^m07 au puits n^o 10. Les trusses de base sont doubles.

Le poids de 105 anneaux de chaque cuvelage est de 891,500 kilog. y compris boulons et joints ; le poids global des 6 trusses est de 46,565 kilog. Des lamelles de plomb de 2.5 ^m/_m d'épaisseur sont intercalées dans les joints horizontaux et verticaux.

(1) En publiant cette note, nous tenons à rendre hommage à la mémoire de M. l'Ingénieur D'HAENENS, enlevé à la fleur de l'âge par une atteinte de grippe, en octobre 1918.

Les diverses passes du cuvelage ne sont pas venues se raccorder exactement. Entre chaque trousse et l'anneau supérieur de la passe suivante, existe un joint atteignant quelques centimètres d'épaisseur, joint dont l'étanchéité a été assurée par un picotage horizontal. Il devait en résulter dans l'esprit des fondeurs une certaine élasticité de l'ensemble de la colonne. A partir de la troisième passe, l'anneau immédiatement inférieur à la trousse, porte un talon vertical *t* (fig. 3) réduisant l'espace annulaire picoté.

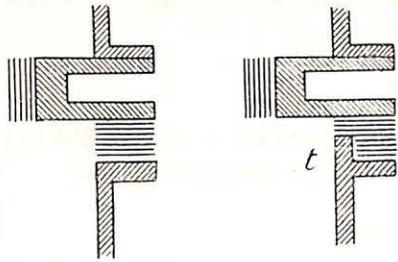


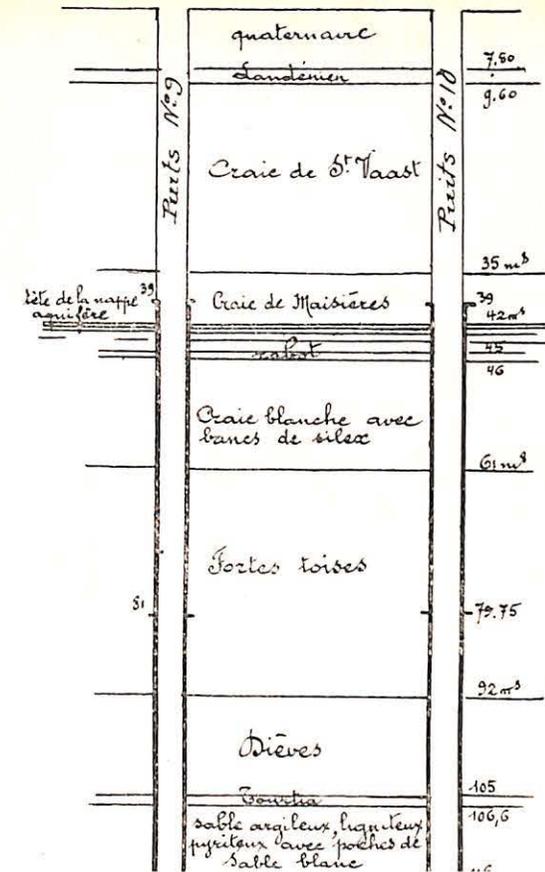
Fig. 2 et 3. — Schéma des raccords picotés.

Le 30 janvier 1915, vers 9 heures du matin, une fuite importante se déclara subitement à 120 mètres de profondeur, à la base de la seconde trousse du cuvelage du puits n° 9, dans le raccord de passe picoté. Le picotage d'une épaisseur de 105^{m,m} était sorti brusquement sur une longueur de 0^m50 à 0^m60. Le personnel occupé à l'étage en préparation à 525 mètres fut remonté. On essaya en vain d'aveugler la venue d'eau en enfonçant des picots de chêne. La pression était telle que le jet liquide accompagné de sable blanc, quartzites et lignites, faisait nappe horizontale dans le puits. Quelques heures après, la partie était considérée comme perdue. Le lendemain 31 janvier, à midi, le puits n° 9 était rempli d'eau jusqu'à la cote de 120 mètres. On était en ce moment encore occupé à monter un hourdage pour permettre la descente d'un anneau protecteur devant le picotage, lorsque les eaux arrivèrent à ce niveau. La venue était telle que les hommes occupés à ce travail eurent à peine le temps de traverser le puits pour gagner le compartiment aux échelles.

Le bruit très intense que produisait la venue avait cessé, quand le niveau des eaux descendit brusquement en produisant à l'orifice du puits un puissant déplacement d'air : l'eau venait d'envahir le puits n° 10 de retour d'air par la communication au niveau de 525 mètres, fermée normalement par trois portes. Cette communication est en chassage dans la veine Cinq Paumes, laquelle est à 39 mètres du puits n° 9.

L'équilibre étant établi, l'eau ne cessa dès lors de monter. Au puits n° 9 elle se maintint à 5 ou 6 mètres en dessous de la tête du cuvelage. Au puits n° 10, grâce à l'obstruction créée dans la communication entre les deux puits, l'eau n'est guère montée aussi haut

FIG. 1. — Siège St-Vaast des charbonnages de La Louvière et Sars-Longchamps. Coupe schématique des puits.



NF

Les diverses passes du cuvelage ne sont pas venues se raccorder exactement. Entre chaque trousse et l'anneau supérieur de la passe suivante, existe un joint atteignant quelques centimètres d'épaisseur, joint dont l'étanchéité a été assurée par un picotage horizontal. Il devait en résulter dans l'esprit des fonceurs une certaine élasticité

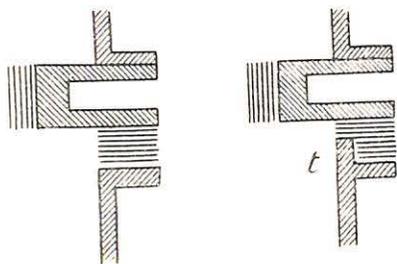


Fig. 2 et 3. — Schéma des raccords picotés.

de l'ensemble de la colonne. A partir de la troisième passe, l'anneau immédiatement inférieur à la trousse, porte un talon vertical *t* (fig. 3) réduisant l'espace annulaire picoté.

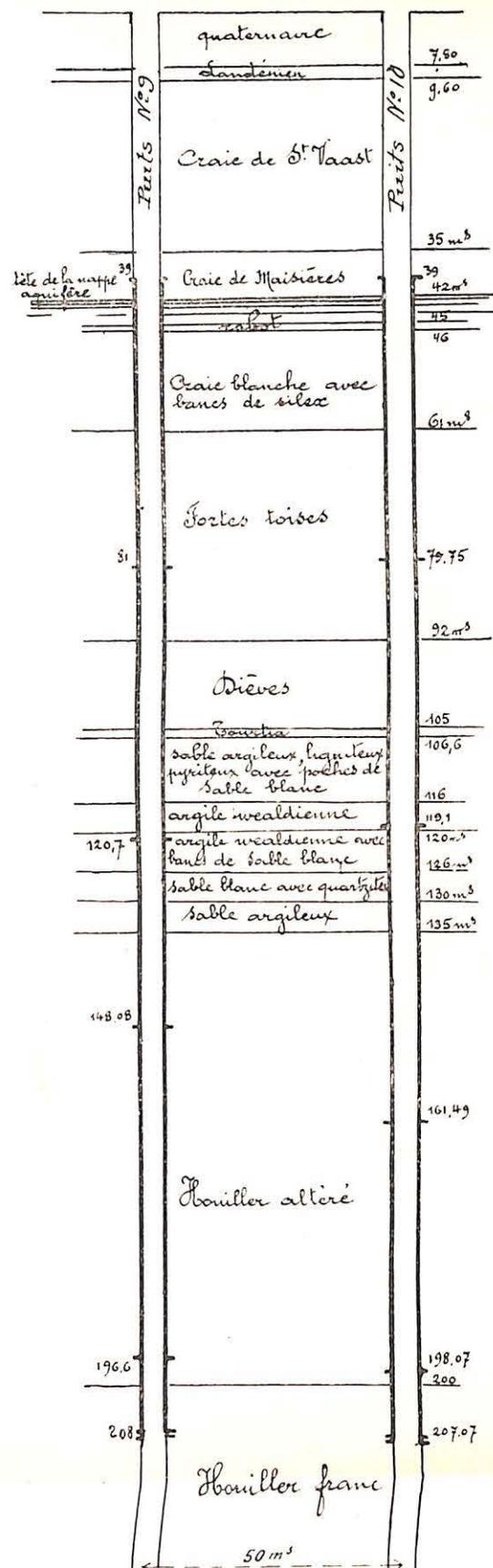
Le 30 janvier 1915, vers 9 heures du matin, une fuite importante se déclara subitement à 120 mètres de profondeur.

à la base de la seconde trousse du cuvelage du puits n° 9, dans le raccord de passe picoté. Le picotage d'une épaisseur de 105 m/m était sorti brusquement sur une longueur de 0^m50 à 0^m60. Le personnel occupé à l'étage en préparation à 525 mètres fut remonté. On essaya en vain d'aveugler la venue d'eau en enfonçant des picots de chêne. La pression était telle que le jet liquide accompagné de sable blanc, quartzites et lignites, faisait nappe horizontale dans le puits. Quelques heures après, la partie était considérée comme perdue. Le lendemain 31 janvier, à midi, le puits n° 9 était rempli d'eau jusqu'à la cote de 120 mètres. On était en ce moment encore occupé à monter un hourdage pour permettre la descente d'un anneau protecteur devant le picotage, lorsque les eaux arrivèrent à ce niveau. La venue était telle que les hommes occupés à ce travail eurent à peine le temps de traverser le puits pour gagner le compartiment aux échelles.

Le bruit très intense que produisait la venue avait cessé, quand le niveau des eaux descendit brusquement en produisant à l'orifice du puits un puissant déplacement d'air : l'eau venait d'envahir le puits n° 10 de retour d'air par la communication au niveau de 525 mètres, fermée normalement par trois portes. Cette communication est en chassage dans la veine Cinq Paumes, laquelle est à 39 mètres du puits n° 9.

L'équilibre étant établi, l'eau ne cessa dès lors de monter. Au puits n° 9 elle se maintint à 5 ou 6 mètres en dessous de la tête du cuvelage. Au puits n° 10, grâce à l'obstruction créée dans la communication entre les deux puits, l'eau n'est guère montée aussi haut

FIG. 1. — Siège St-Vaast des charbonnages de La Louvière et Sars-Longchamps. Coupe schématique des puits.



(jusqu'à 200 mètres environ de l'orifice du puits). Les premiers jours qui suivirent l'accident, on put constater une baisse sensible du niveau de l'eau dans le n° 10, indice de pénétration dans les terrains par les remblais d'anciennes exploitations et les cassures résultant de celles-ci. Les infiltrations d'eau ont amené un surcroît d'exhaure au siège Léopold où les venues d'eau ont soigneusement été observées pendant toute la durée des travaux de sauvetage.

Ceux-ci se firent sous la direction de M. S. Hanappe. Ils ont été poussés activement avec méthode et précision.

On explora d'abord le puits au moyen d'un cadre en bois portant quatre mains courantes prenant les rails du guidonnage et sur lequel était fixé, à angle droit un gabarit *G*. Ce gabarit portait un segment en bois *S* que l'on déplaçait progressivement sur *G* vers la paroi, afin de se rendre compte de la déformation qui pouvait s'être produite du puits ou du picotage.

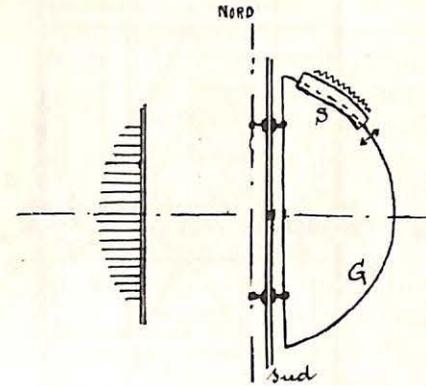


Fig. 4. — Cadre ayant servi à l'exploration du puits.

Sachant que rien n'entravait le puits jusqu'à l'endroit de l'accident, il fallait — avant de songer à tout moyen de boucher la plaie — posséder la configuration exacte de celle-ci, c'est-à-dire son image. C'est ainsi que surgit l'idée de prendre une empreinte de l'ouverture créée dans le picotage. On construisit à cet effet une cage spéciale renfermant l'appareil imaginé dans ce but (fig. 5, 6 et 7).

La cage guidée présentait des glissières horizontales (2) entre lesquelles se déplaçaient des mâchoires en fonte (5). Entre les mâchoires terminées par des surfaces appropriées, se mouvait une came (4) mobile autour d'un axe horizontal et solidaire d'une poulie à gorge (6) sur laquelle s'enroulaient les deux brins (7) et (8) d'un câble d'acier actionné de la surface.

Par traction opérée sur l'un des brins, la came agissait pour éloigner les deux mâchoires ; par traction opérée sur l'autre brin, ces dernières étaient rapprochées grâce à un jeu d'étriers. Les mâchoires portaient des blochets en bois cintrés suivant l'intrados du cuvelage et sur lesquels était appliqué le mastic destiné à prendre

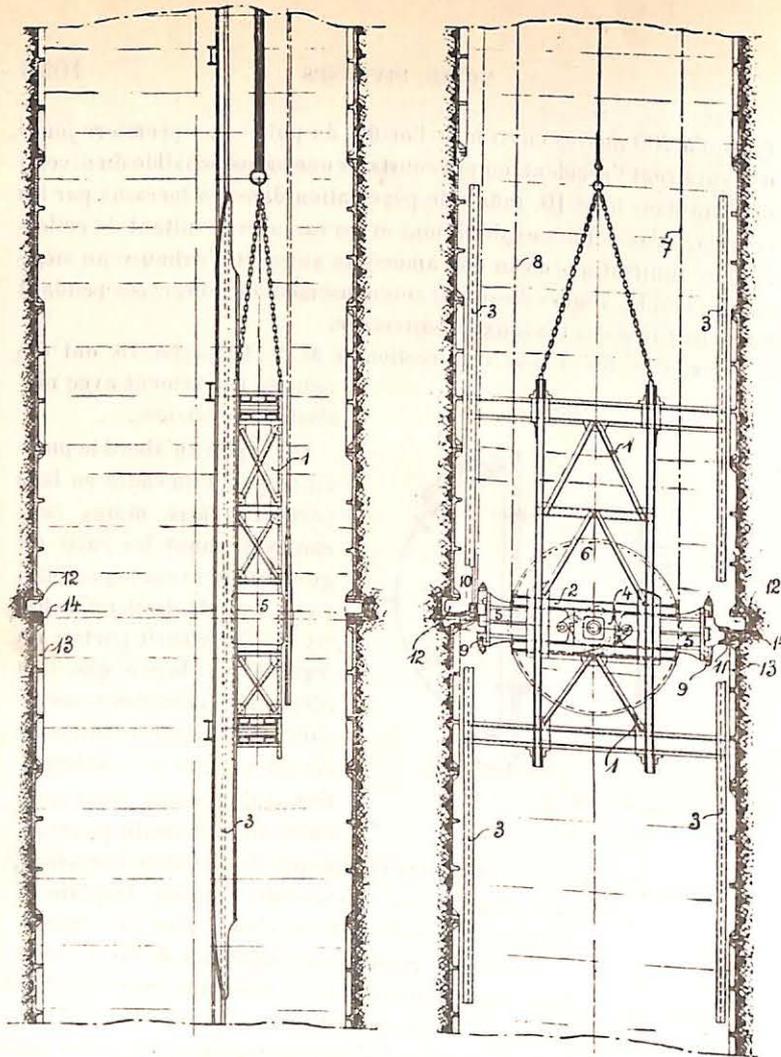
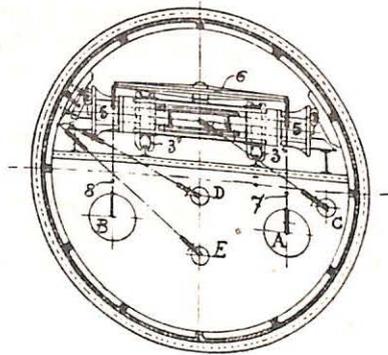


FIG. 5, 6 et 7.

Cage spéciale imaginée pour sonder
et réparer la plaie du cuvelage.



l'empreinte. La composition de ce mastic, sa fixation sous une épaisseur suffisante suscitèrent de nombreuses recherches et de multiples essais.

Pour éviter la déformation du guidonnage qui devait résulter des réactions dues à la pression des pièces (5) sur les parois du puits, la cage portait de longues poutrelles (3) recourbées aux extrémités et s'appuyant sur les traverses du guidonnage, le plus près possible des points d'encastrement.

Une sérieuse difficulté que l'on rencontra au début lors de la descente de l'appareil consistait dans le déroulement simultané des brins (7) et (8) de la poulie, lesquels étaient enroulés au jour sur de petits treuils à mains. On risquait, en effet, de faire fonctionner intempestivement l'appareil en cours de route. On eut alors recours au dispositif représenté schématiquement à la fig. 8 permettant aux brins de se dérouler sans le secours de l'homme.

Chacun des brins (7) et (8) s'enroulait dans le faux carré du chassis à molettes sur des poulies p puis sur une poulie p' portant un contrepoids convenablement calculé de manière à maintenir constante la tension dans les brins; ces derniers étaient ensuite amarrés en un point fixe du faux carré.

Une fois l'appareil en place, il était mis en mouvement en exerçant en un point B du câble une traction au moyen d'un palan soigneusement taré afin de se rendre compte de l'effet produit. On prit ainsi exactement 10 empreintes successives; chacune d'elles résultait toujours d'une modification apportée tantôt dans le blochet en bois, tantôt dans la composition et la quantité de mastic qui le recouvrait.

La figure 9 représente une photographie du moulage exécuté d'après la dernière empreinte prise. Elle montre avec netteté l'importance de la plaie dont le développement atteignait 65 centimètres. Aux deux extrémités, les picots partiellement sortis de leur logement formaient bourrelets.

Une fois l'empreinte obtenue, on construisit un masque en acier coulé épousant en creux tous les

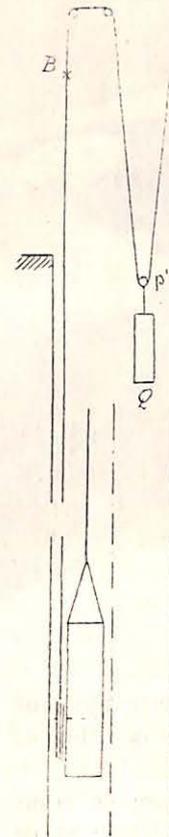


Fig. 8. — Dispositif
permettant
le déroulement
des brins.

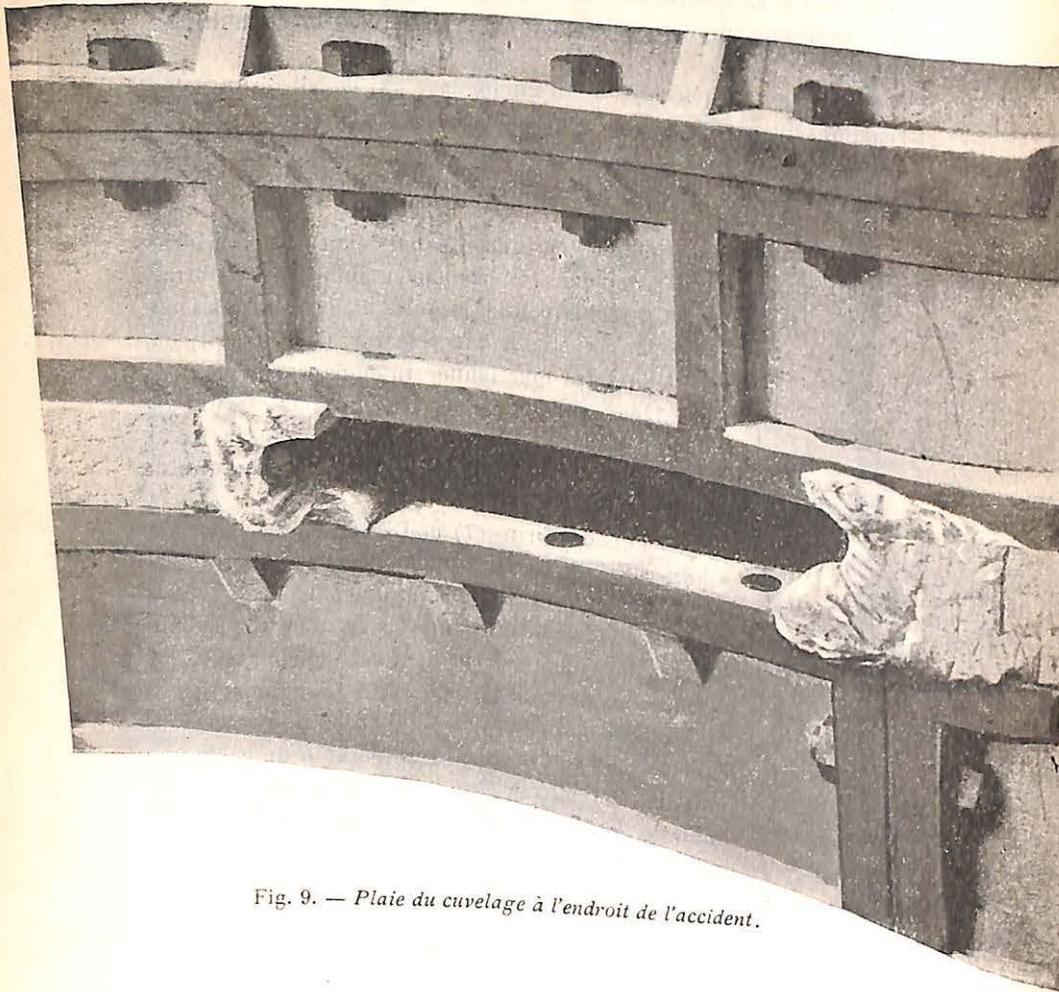


Fig. 9. — Plaie du cuvelage à l'endroit de l'accident.

reliefs accusés par l'empreinte. Ce masque devait être appliqué sur la plaie, opération qui devait être suivie d'une injection de ciment.

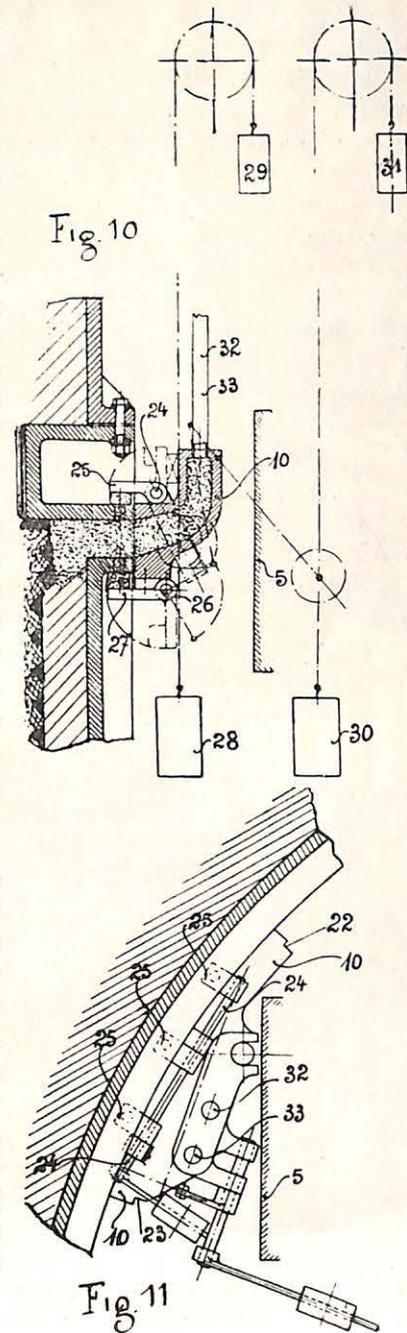
Une sérieuse complication résidait dans la présence de trous d'assemblages dans les brides horizontales de la trousse et de l'anneau immédiatement inférieur, trous qui étaient de nature à rendre la cimentation impossible.

La pièce fixée à la mâchoire par l'intermédiaire d'un axe

vertical (9), lui permettant un certain jeu latéral, présentait, à sa partie supérieure, un renflement percé de deux trous de 2 pouces, filetés, où devaient s'assembler les tuyaux à injection de ciment (32) et (33). Elle portait deux arbres horizontaux (24) et (26) avec touches (25) et (27) à rabattre sur les trous de boulons. Ces touches étaient mises en mouvement de la surface au moyen de petits câbles en acier agissant sur un jeu de leviers et contre-poids.

Le cliché (fig. 12) indique mieux que je ne pourrais le faire le mécanisme du fonctionnement des touches. Les câbles de manœuvre de ces touches descendaient avec l'appareil sans le secours de qui que ce soit : à la surface, ils s'enroulaient sur des poulies de renvoi avec contre-poids équilibré.

La figure 13 reproduit une photographie du masque. 20 essais furent faits avec cette pièce définitive avant d'avoir satisfaction complète et la certitude absolue que la plaie et les 6 trous de boulons seraient bien obstrués. Comme joint d'étanchéité sur la pièce et les touches, on s'était arrêté après des recherches et essais nombreux à de l'étoupe repliée plusieurs fois puis cousue et enfermée ensuite



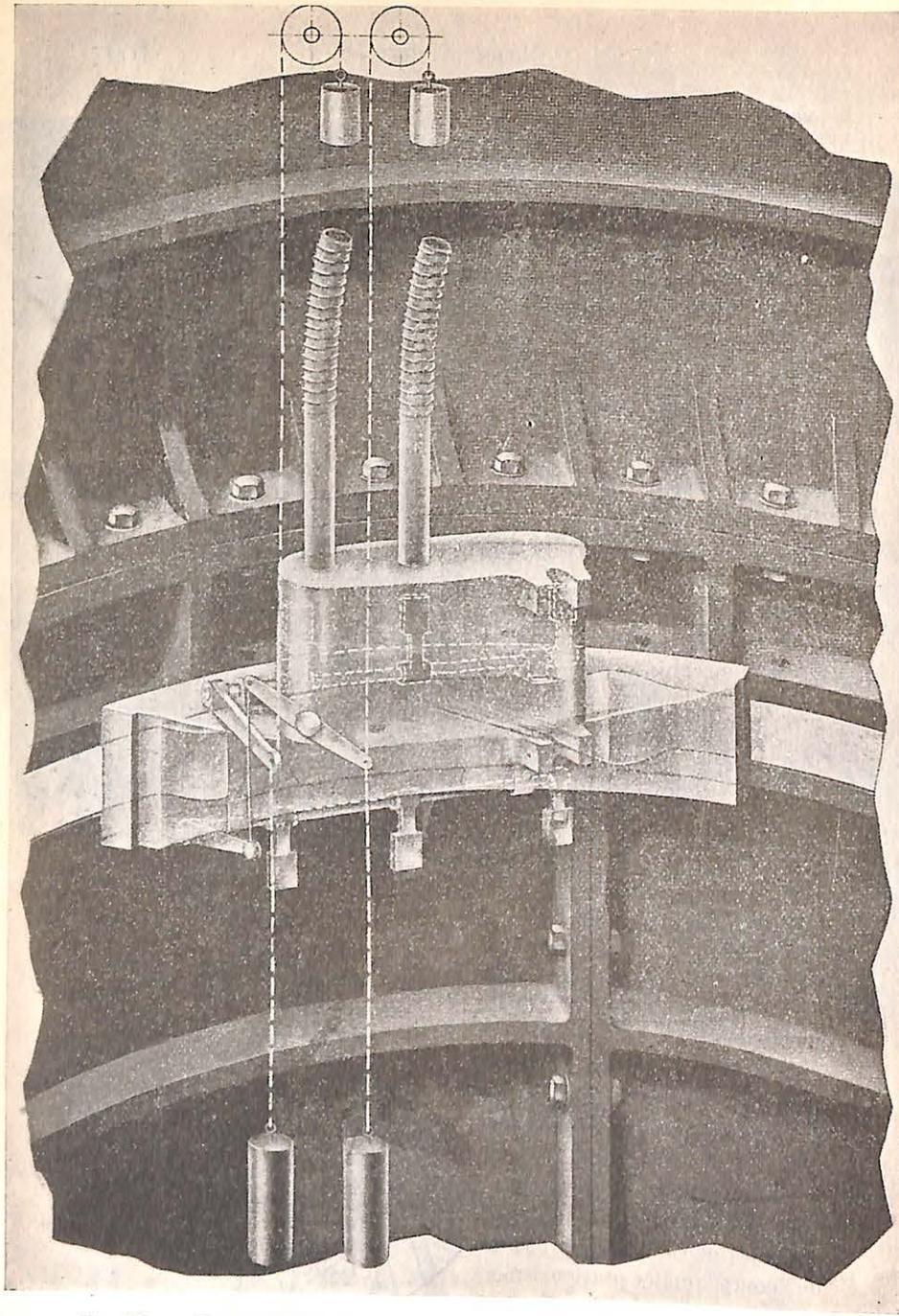


Fig. 12. — Vue d'ensemble du masque montrant le fonctionnement des touches destinées à obstruer les trous de boulons.

dans de la toile d'emballage, le tout recouvert d'une couche de cêruse.
 Entretèmps, le câàle en aloès, soumis à trop de variations sous l'influence de l'eau, avait été remplacé par un câàle plat en acier dans le but de conserver un repère exact de la profondeur à laquelle

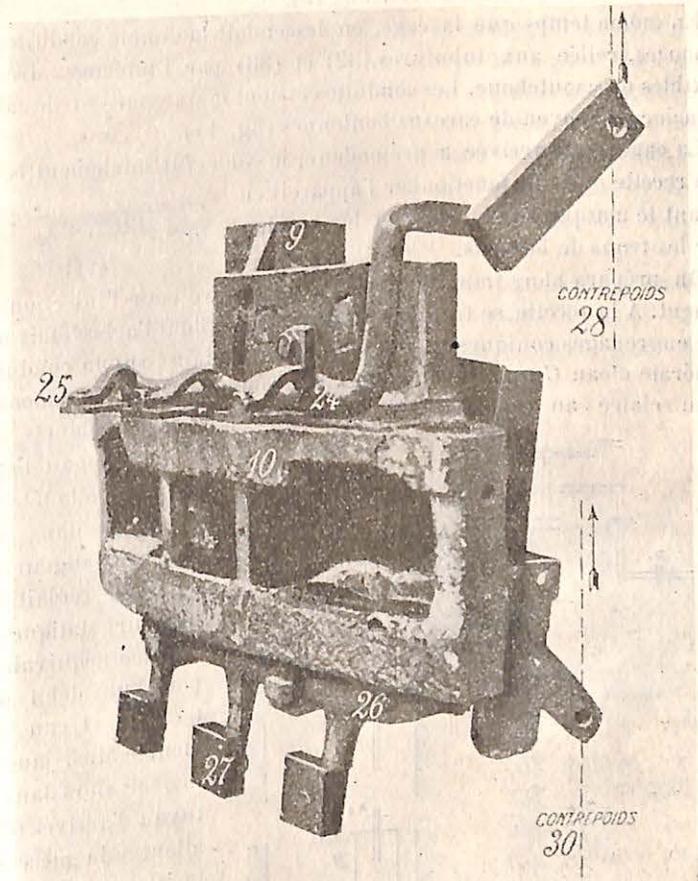


Fig. 13. — Photographie du masque vu de l'intérieur.

l'appareil devait fonctionner. On put alors travailler sous 80 mètres d'eau avec une précision de hauteur de 2 millimètres ainsi qu'on put le vérifier par la suite.
 Ce fut le 20 mars, soit moins de deux mois après l'accident, que

l'on descendit définitivement la cage et l'appareil dont les mâchoires en fonte (5) portaient, au lieu de blochets en bois. le masque destiné à boucher la plaie d'une part et à l'opposé une simple pièce d'acier consistant en un segment d'anneau de 800 ^m/_m de longueur et 250 ^m/_m de hauteur. Cette pièce et le masque étaient fixés aux mâchoires (5) par l'intermédiaire d'axes verticaux (9).

En même temps que la cage, on descendait la double conduite de 2 pouces, reliée aux tubulures (32) et (33) par l'intermédiaire de flexibles en caoutchouc. Les conduites étaient maintenues sur le câble en acier au moyen de carcans boulonnés (fig. 14).

La cage étant arrivée à profondeur, le câble fut solidement botté à la recette et on fit fonctionner l'appareil en calant le masque sur la plaie et les touches sur les trous de boulons.

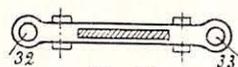


Fig. 14

On prépara alors immédiatement le nécessaire pour l'injection de ciment. A la recette, se trouvait un malaxeur A dont l'arbre était mû par engrenages coniques et une manivelle à main. Sur la conduite générale d'eau C₁, une dérivation avec robinets R₁ et R₂ amenait l'eau claire au malaxeur. Une conduite C₂ avec robinets R₃

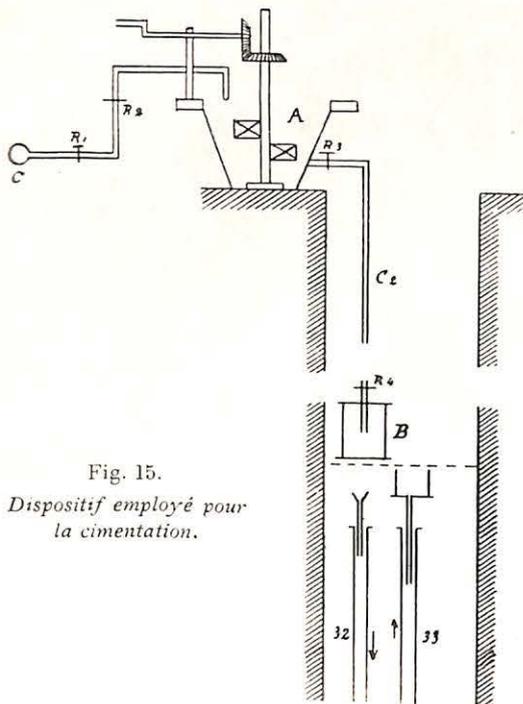


Fig. 15.

Dispositif employé pour la cimentation.

et R₄ amenait l'eau cimentée à la tête du cuvelage dans un tonneau jaugeur B, où l'on réglait la hauteur statique et l'orifice équivalent pour un débit déterminé. L'eau cimentée ainsi jaugée tombait alors dans le tuyau d'arrivée (32) allant à la pièce de la plaie. Au-dessus du tuyau de retour (33) se trouvait un déversoir avec bac de décantation, de manière à s'assurer de la marche de la cimentation.

Commencée le 20 mars à 11 heures du soir, elle fut terminée le lendemain à 4 heures de l'après-midi ; elle avait duré 17 heures et absorbé 8,100 kg. de ciment.

Peu après, on put constater une baisse du niveau de l'eau (par pénétration de l'eau dans les terrains), indice certain de la réussite de l'opération. On maintint toutefois le niveau constant de manière à éviter toute circulation d'eau au voisinage de la plaie. Le 5 avril, soit quinze jours après la cimentation, on commença l'exhaure ; le lendemain la cage était découverte avec la pièce magnifiquement appliquée sur la plaie. Aucune venue d'eau n'était apparente.

Avant de rentrer l'appareil dans la cage et de remonter celle-ci au jour, il restait à consolider la pièce de la plaie sur tout son pourtour.

C'est pour cela que l'on vint boulonner et assembler au cuvelage au moyen de tire-fonds les pièces en acier coulé 15, 16, 17, 18, 19 et 19' (fig. 16, 17 et 18) encadrant complètement le masque 10. La

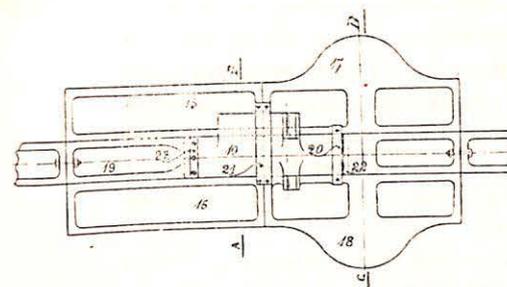


Fig. 16 — Pièces consolidant sur son pourtour le masque obstruant la plaie.

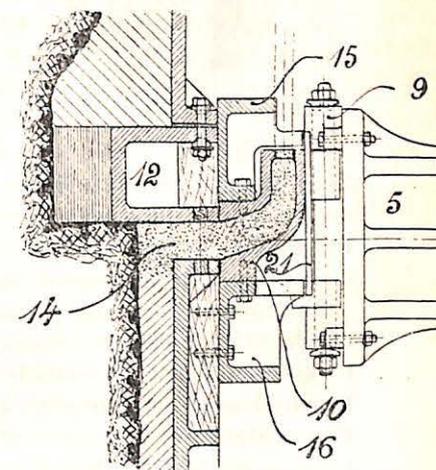


Fig. 17. — Coupe suivant A-B de la figure 16.

liaison de ce dernier et du cadre qui l'entoure est assurée : par des tire-fonds fixés dans les nervures horizontales ; par les encoches (22) et (23) (voir fig. 11) que présente la pièce 10 et qu'emboîtent les pièces 19 et 19' ; par les clames 20 et 21 réunissant les pièces 15 et 17 aux pièces 16 et 18. En face de l'angle de la cage, les nervures horizon-

tales des pièces constituant l'encadrement sont entaillées et une plus grande hauteur a été donnée à ce dernier de manière à lui assurer en tous points une égale résistance. C'est ce qu'indique la figure 18 donnant la coupe faite par *C D*. Tous les joints de ces pièces furent

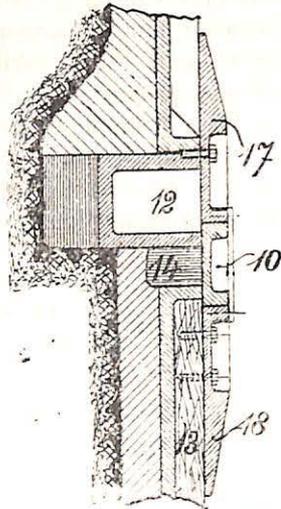


Fig. 18. — Coupe suivant *C-D* de la figure 16.

Cinq Paumes recoupée à 39 mètres au Sud du puits n° 9, lors de la rupture du bouchon créé par les trois portes d'aérage qui s'y trouvaient. Le contre coup, caractérisé par un puissant déplacement d'air fut ressenti aux abords du puits.

Le déplacement d'une pareille masse de sables a occasionné des dégâts sérieux aux guidonnages, aux compartiments aux échelles, tuyauteries d'air comprimé, taquets, etc. Le puits n° 9 a été complètement dénudé sur une assez grande hauteur. Dans la communication existant entre les puits et aux abords de ceux-ci, il n'est resté trace de revêtement. Dans le puits n° 10, on a retrouvé vers 425 mètres, soit à 100 mètres au-dessus de l'envoyage, les débris d'un exploseur, d'un coffre à poudre, des morceaux de câbles à miner, des détonateurs provenant des travaux.

Le mouvement de terrain qui a été la conséquence de l'entraînement de sables, a eu une répercussion sur l'ensemble des cuvelages. Au puits n° 9, on a constaté des fissures importantes dans les 8^{me}, 9^{me} et 10^{me} anneaux sous la troisième trousse et dans les 3^{me} et 4^{me}

particulièrement soignés et le resserrage au cuvelage fut fait au moyen de ciment à prise rapide.

L'axe (9) fut ensuite démonté de même que les ajutages 32 et 33. Les mâchoires de l'appareil furent rapprochées et la cage remontée au jour et démontée. On acheva ensuite l'anneau ébauché par les pièces 10, 19 et 19' de manière à protéger sur tout son pourtour, le raccord de passe picoté.

Aussitôt l'accident réparé, on continua l'exhaure. La tête des sables fut atteinte à la profondeur de 367 mètres au puits n° 9, de 343 mètres au puits n° 10. Une masse énorme de sables est donc passée du n° 9 au n° 10 par l'unique communication existant entre les puits au niveau de 525 mètres dans la veine

anneaux sous la quatrième trousse. Au puits n° 10, le premier anneau sous la seconde trousse (soit donc au niveau de l'accident) a été sérieusement fissuré dans le premier tiers supérieur. Des lézardes verticales ont été relevées dans les maçonneries des deux puits.

Les raccords picotés sous la troisième trousse du puits n° 9, sous les deuxième et troisième trusses du puits n° 10, ont été masqués et protégés par des anneaux en acier coulé reposant, par l'intermédiaire de clames, sur les nervures des trusses. De semblables anneaux vont être placés aux deux puits devant les raccords picotés sous les premières trusses.

CONCLUSIONS.

L'accident survenu à Saint-Vaast montre les dangers des raccords de passe picotés. Dans les cas de l'espèce, une protection efficace du picotage s'impose.

L'accident démontre également qu'on fait erreur en considérant que le picotage exécuté derrière une trousse assure une liaison parfaite entre celle-ci et les terrains avoisinant au point de rendre les passes indépendantes les unes des autres. Ce fait a son importance dans le calcul des cuvelages dont chaque élément doit pouvoir résister: 1° à la pression latérale résultant de la charge statique; 2° à la compression résultant du poids de l'ensemble de la colonne qui le surmonte. N'envisager que le poids des éléments de la passe correspondante est insuffisant.

A Saint-Vaast, la rupture du raccord picoté a supprimé la liaison entre la trousse et les terrains; le poids de l'ensemble de la colonne s'est donné brusquement sur les trusses inférieures au voisinage desquelles des fissures ont été relevées dans les anneaux.

Par la congélation, les terrains les plus meubles acquièrent une résistance suffisante pour permettre le picotage d'une trousse servant de base à une passe cuvelée. Cette résistance est largement diminuée et peut même disparaître totalement lors de la décongélation. L'accident de Saint-Vaast le démontre; les conséquences peuvent être des plus sérieuses et compromettre l'ensemble du cuvelage.

La recherche d'une formation géologique suffisamment résistante s'impose donc pour l'établissement des trusses picotées. Prendre pour règle d'établir des passes de hauteur constante n'est donc bonne que lorsque la nature des terrains s'y prête.

Quand ceux-ci, comme c'est le cas à Saint-Vaast, sont constitués

par des formations géologiques peu résistantes, il faudrait, aussitôt la décongélation terminée, prévoir la consolidation des terrains au voisinage de chaque trousse, par une injection de ciment.

Je dois à l'obligeance de M. Urbain, Directeur-Gérant des Charbonnages de La Louvière et Sars-Longchamps, les clichés qui illustrent cette note ainsi que les éléments qui m'ont permis sa rédaction.