

RAPPORTS ADMINISTRATIFS

EXTRAIT D'UN RAPPORT

DE

M. Ed. LIBOTTE

Ingénieur en chef, Directeur du 3^e arrondissement des Mines, à Charleroi,

SUR LES TRAVAUX DU 1^{er} SEMESTRE 1915

**Creusement, par cimentation des terrains aquifères,
des puits du nouveau siège Ste-Elisabeth, à Peronnes-lez-Binche,
des Charbonnages de Ressaix.**

Dans le but d'explorer la partie ouest de sa concession, sur la composition de laquelle elle ne possédait aucun renseignement précis, la Société des Charbonnages de Ressaix a fait effectuer dans le courant de l'année 1911 un sondage à grande profondeur, situé sur la commune de Péronnes, à environ 1,000 mètres de la limite Ouest de la concession, sur une ligne Est-Ouest jalonnée par un autre sondage entrepris par les Charbonnages de Bois du Luc, à l'extrême Sud de leur concession.

Ce sondage de Péronnes fut poussé jusqu'à la profondeur de 1,100 mètres; il a touché le terrain houiller décomposé à la profondeur de 109 m. 90 et le terrain houiller compact à 113 mètres, après avoir traversé des morts-terrains comportant 7 m. 50 d'argile et de marnes argileuses et 102 mètres de terrains crétacés aquifères. La tête du niveau d'eau se trouvait à 6 mètres de profondeur. Le forage recoupa ensuite un riche gisement houiller comportant de nombreux passages de veine, dont la teneur en matières volatiles a varié de 26 % de la première recoupe faite à 142 mètres, jusqu'à 14.85 % pour la dernière recoupe faite à 1,085 mètres. La partie supérieure du gisement est plissée et généralement renversée jus-

qu'à la profondeur de 560 mètres, sous laquelle existent de grandes plateaux régulières, divisées en deux groupes par une partie faulleuse située vers 670 mètres de profondeur.

A la suite de cette découverte, l'établissement d'un nouveau siège fut décidé dans cette partie vierge de la concession. Le projet comportait le fonçage de deux puits de 4 m. 20 de diamètre utile intérieur, dont les axes situés sur une direction Est-Ouest, étaient distants de 40 mètres.

Ayant réussi, il y a une dizaine d'années, par le procédé ordinaire à niveau vide, avec épuisement par pompes d'avaleresse électriques suspendues, le fonçage du puits Roland situé également sur Péronnes, fonçage au cours duquel on avait traversé les marnes aquifères du crétacé sur une hauteur d'environ 80 mètres, on décida de tenter l'application du même procédé pour l'enfoncement des deux nouveaux puits, puisqu'on disposait des appareils d'exhaure nécessaires et qu'il est toujours le plus rapide et le moins dispendieux.

A cet effet, on établit d'abord deux avant-puits sur 3 m. 50 de hauteur et l'on commença l'enfoncement du puits n° 2 (d'extraction) dans le terrain aquifère, à partir du 24 janvier 1913. De 3 m. 50 à 5 m. 75, on traversa de la marne argileuse, mélangée de blocs de grès assez durs, puis on pénétra dans la marne aquifère jusqu'à la profondeur de 7 m. 60 où l'on dut mettre en fonctionnement une pompeuse électrique Sulzer capable d'un débit de 80 m³ sur une hauteur de 110 m. L'enfoncement ayant été poursuivi jusqu'à 10 m. 60, on dut placer une seconde pompe identique à la première. Les venues d'eau augmentant constamment d'importance, pour atteindre la profondeur de 21 m. 65, il fut nécessaire de placer successivement une troisième pompe d'un débit de 20 m³ à 20 mètres de profondeur, puis une quatrième semblable aux deux premières et enfin une pompe Weise et Monsky à l'air comprimé, refoulant 40 m³ à l'heure à 80 m. de hauteur.

Ces cinq pompes, dont le débit horaire dépassait 380 m³, ne parvenant qu'à grand peine à maîtriser la venue, on se rendit compte qu'il était impossible, sinon dangereux, de continuer le fonçage dans ces conditions et l'on se décida à poser d'abord un cuvelage métallique jusqu'à la profondeur atteinte, puis à adopter un procédé de cimentage préalable des terrains, opérations dont le succès mérite d'en donner les détails, ce qui constitue le but de la présente note.

Notons incidemment que l'épuisement considérable réalisé au cours de cette période du fonçage du puits a naturellement provoqué l'assèchement complet ou à peu près, de tous les puits domestiques du voisinage, dans un rayon qui a dépassé 200 m.

Ces puits, au nombre de 6, ont des profondeurs variant de

PUITS N° 2.

Première disposition pour la formation du bouchon avant l'injection des terrains.

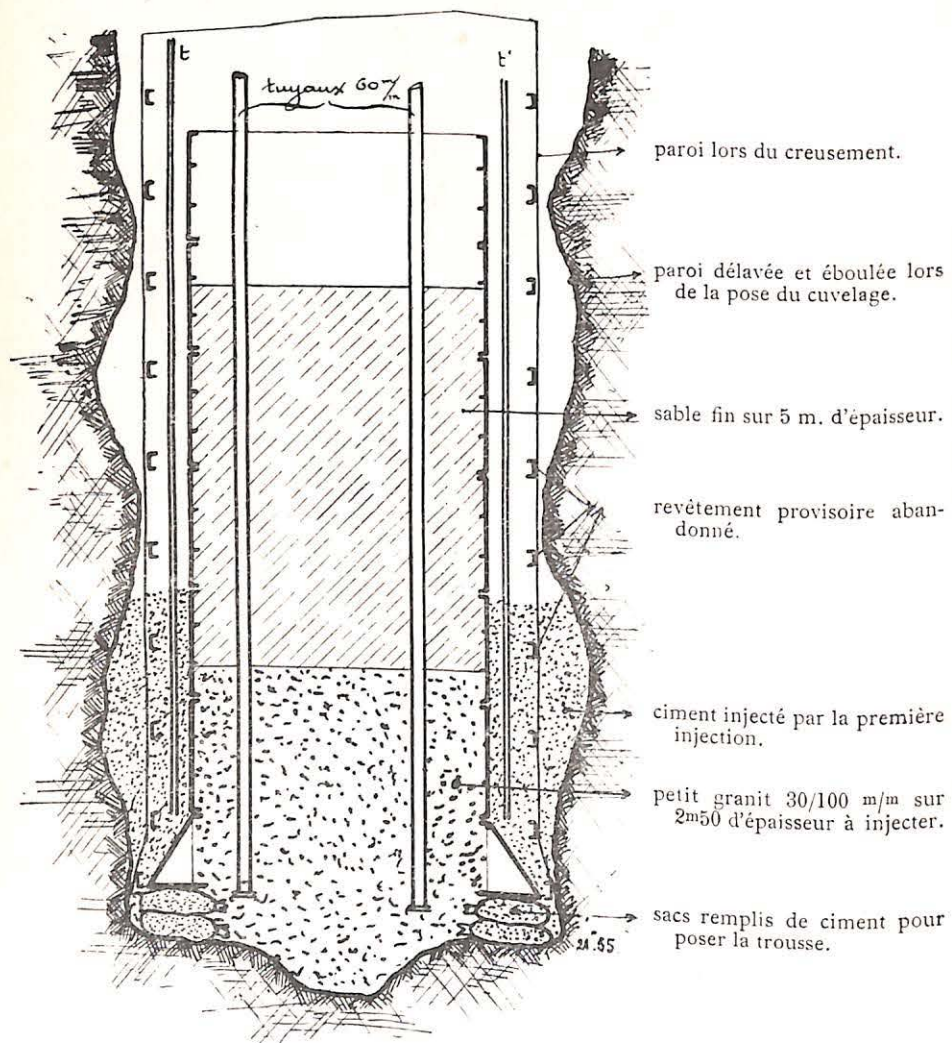


FIG. 1.

PUITS N° 2.

Deuxième disposition pour la formation du bouchon avant l'injection des terrains.

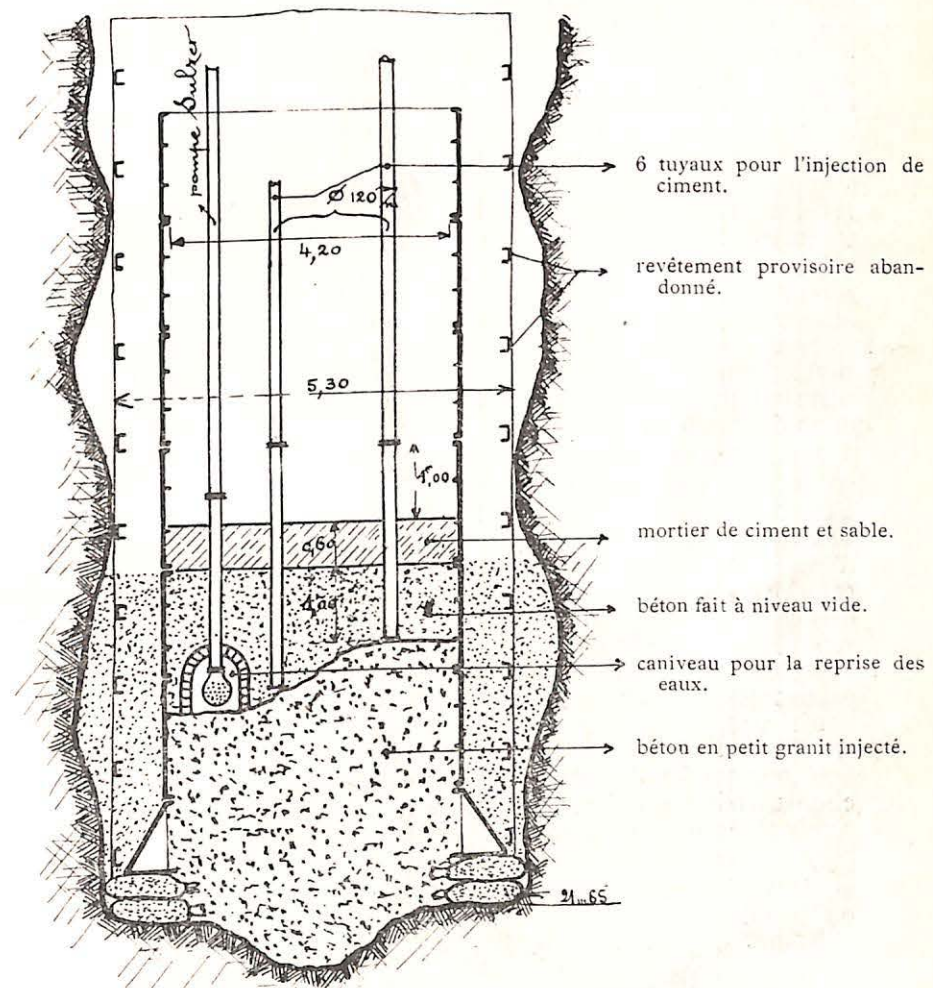


FIG. 2.

13 m. 50 à 23 m. 50 et ce n'est que dans les plus éloignés et les plus profonds qu'il resta une hauteur de 0^m50 à 0^m60 d'eau, au lieu de 3 à 4 mètres.

La partie inférieure du puits se trouvant dans des marnes pourries et très peu consistantes, la trousse fut, sur les instructions de M. Richir, Directeur technique des Charbonnages de Ressaix, assise sans picotage sur des sacs de ciment disposés sur tout le pourtour du puits, reposant directement sur la marne. Le cuvelage fut ensuite monté rapidement et terminé en 15 jours, car à la pose de la trousse on se trouvait avoir atteint la limite des moyens d'exhaure et les terrains retenus derrière le revêtement provisoire, constitué par des anneaux en fer U reliés par des porteurs en acier doux, s'étaient fortement délavés et menaçaient de céder. Aussi, le revêtement provisoire fut-il abandonné derrière le cuvelage. Ce travail fut terminé vers le 10 septembre 1913.

Pour rendre la trousse, non picotée, étanche, M. Richir fit couler derrière le cuvelage et *sous eau*, du ciment en grande abondance. Cette opération réussit, mais la venue d'eau par le fond du puits, qui atteignait encore 50 m³ à l'heure, fut jugée trop considérable pour la reprise du creusement à niveau vide sans injection préalable des terrains. On décida donc de cimenter ceux-ci.

A cet effet, (voir fig. 1), le niveau d'eau étant remonté à son niveau statique, on disposa sur le fond du puits une couche de 2 m. 50 de pierrailles de petit granit, 30/100 m/m, surmontée par 5 m. de sable, le tout traversé par des tuyaux d'injection destinés à la cimentation des pierrailles. Une fois cette opération faite, après avoir enlevé le sable, on s'aperçut que ce bouchon n'était pas étanche et qu'il donnait lieu à des repassages d'eau. On fit alors, à niveau vide, un bouchon complémentaire avec pierrailles de grès. (voir fig. II) en captant les eaux en un point bas creusé à cet effet à la surface supérieure du premier bouchon et l'on noya la crépine de la pompe dans le béton. On recouvrit le tout d'un chapeau de 0^m60 en mortier de ciment de sable. C'est à travers ce bouchon de béton que l'on dut, au puits n° 2, forer les trous de sondage qui devaient servir à la cimentation de ce puits.

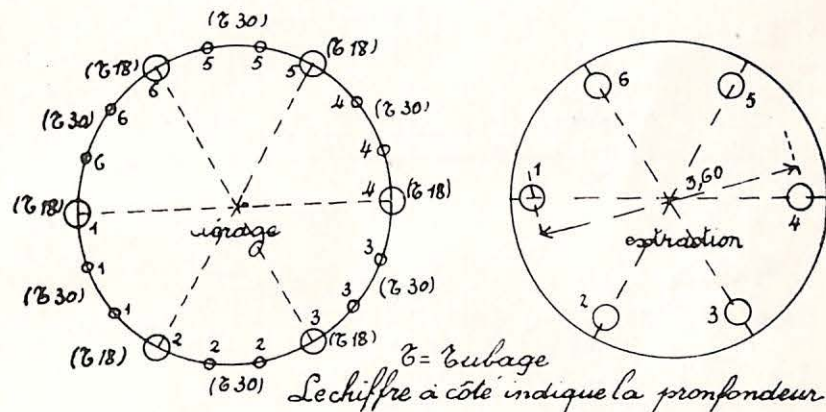
Cimentation des puits. — Elle comporte les opérations suivantes qui nécessitèrent chacune l'emploi de différents outils ou de dispositifs dont nous donnerons l'indication sommaire.

Creusement des trous de cimentation. — Comme on le sait, la méthode par cimentation consiste à creuser sur tout le pourtour du puits ou à l'intérieur, un certain nombre de trous de sonde et à y injecter ensuite un lait de ciment plus ou moins dense, à des pressions variables suivant les circonstances.

Au puits n° 2, dont nous nous sommes occupés jusqu'à présent, le nombre de trous fut de 6. Ceux-ci ayant été forés alors que le puits était commencé furent forcément placés à l'intérieur de la section utile, à environ 0^m30 de sa face interne (Voir croquis ci-dessous).

Au point n° 1, dont l'avant-puits seul était creusé, on commença également par forer six trous de sonde placés sur la circonférence extérieure du creusement; mais à cause des repassages continuels de lait de ciment à la surface, on se vit forcé par la suite de faire deux nouvelles séries de six trous intercalées dans la précédente, soit en tout 18 trous.

Ceux de la première série étaient tubés jusque 5 m., ceux de la seconde jusque 18 et ceux de la 3^e série jusque 30 m. de profondeur. Ces tubages mesuraient 120 m/m de diamètre intérieur. C'est grâce au tubage des trous que l'on supprima beaucoup de repassages au jour.



Le creusement des trous se fit par battage à la corde, avec un matériel de fortune que l'on trouva dans les différents puits de la Société, sauf les tiges et les trépan. Ce fut une ancienne pompe verticale de 20 HP. qui fit l'office de machine de battage (fig. 3). Le moteur A attaqua une poulie B sur l'arbre de laquelle se trouvait fixé un corbeau de 0^m30 de saillie commandant un balancier D en chêne d'environ 2 m. 50 de longueur, mesurant 0.25 x 0.20 de section. Sur l'axe du balancier était fixée une petite poulie à gorge E dans laquelle passait le câble venant du treuil à main qui réglait la profondeur du battage. Au bout du balancier D se trouvait d'autre part fixée une autre petite poulie à gorge F et immédiatement au-dessus d'elle une poulie de renvoi F' d'où le câble passait

Pour assurer la verticalité des trous, les tiges de battage passaient dans un anneau « b » en 2 pièces fixé par boulons au collet du tuyau tubage; en outre, 5 m. 50 plus haut, la tige portait un guideur coulissant par l'intermédiaire de 2 galets dans 2 fers U assemblés et fixés en bas au tubage et au-dessus à un sommier (fig. 4). Ceci avait, en outre, pour but d'éviter le balancement des tiges pendant le battage. La rotation des tiges pendant le battage était assurée par un tourne à gauche.

Nettoyage des trous. Un facteur important dans la réussite de la cimentation est un nettoyage soigné des trous de battage et des cassures, favorisant d'une part la circulation facile du lait de ciment et d'autre part la bonne prise du ciment. Ce nettoyage se faisait par courant d'eau descendant par les tiges de battage et remontant le long du trou; pendant le battage, la tige supérieure portait une petite boîte à bourrage traversée par un tuyau amenant de l'eau sous une pression de 4 à 5 m. L'arrivée d'eau se faisait par un tuyau flexible en caoutchouc de 22 ^m/_m (fig. 4). Après le battage de chaque trou les tiges étaient remontées lorsque l'eau de lavage remontait claire. On descendait ensuite les tuyaux de cimentation, qui avaient 0^m035 de diamètre intérieur et 0^m045 diamètre extérieur. Le bout de ces tuyaux était placé à environ 0^m50 du fond du trou. En « a » (fig. 4) les tuyaux de cimentation passaient dans une boîte à bourrage qui remplaçait l'anneau « b » pendant le battage. Lorsque les tuyaux de cimentation étaient descendus, au préalable on émulsionnait à l'air comprimé afin de nettoyer complètement le trou et de laver par succion les cassures. L'admission de l'air comprimé était réglée sur la venue d'eau qui variait de 5 à 15 m³. Cette émulsion durait jusqu'au moment où l'eau remontait parfaitement claire. Le trou était alors prêt pour l'injection du lait de ciment.

Injection de ciment. — La méthode d'injection généralement suivie consiste à creuser les trous de cimentation jusque la profondeur à cimenter et ensuite à injecter successivement ou simultanément tous les trous. Mais ici le travail fut conduit d'une façon différente. On opéra d'abord par petites passes de 5 mètres environ, c'est-à-dire que l'on creusait par exemple 5 mètres sur le trou n° 1 qui était ensuite injecté et on passait ainsi successivement sur les différents trous, mais en les prenant diamétralement opposés à chaque opération. Ainsi après avoir creusé et injecté la passe de 5 mètres sur le trou n° 1, on passait sur le trou n° 4 et ensuite sur les trous 2, 5, 3 et 6. Cette méthode donna de très bons résultats, comme la suite le montrera, mais elle est très longue et par conséquent très coûteuse; c'est ce qui amena à partir de 45 m. à prendre des passes de 10 à 20 m.

L'appareil d'injection (fig. 5) comprenait une trémie a

dans laquelle le ciment était versé; au fond un clapet en réglait l'arrivée sur une tôle oscillante perforée et inclinée c; le refus passait dans un couloir incliné d. Le ciment tamisé en c, arrivait dans un malaxeur à ailettes e mû par un petit moteur électrique de 5 HP; en f était disposée l'arrivée d'eau. Du malaxeur le lait de ciment passait, par un robinet g, dans un tonneau h qui était en charge sur l'aspiration de la pompe horizontale Weise et Monski de 20 m³ à 10 atmosphères. Toute une série de robinets g, i, j, k, permettait de faire sans arrêt toutes les manœuvres possibles: admission du lait venant du malaxeur, diminution immédiate de la densité, passage du lait de ciment à l'eau claire.

Le raccord de la colonne de tuyau venant de la pompe à la colonne d'injection était fait par un tuyau flexible en caoutchouc d'environ 5 m. de longueur et 50 ^m/_m intérieur pouvant supporter 25 atmosphères. Par ce tuyau flexible on faisait facilement les raccords entre les différents trous de cimentation et l'arrivée du lait de ciment; de plus, le tuyau flexible permettait le faire manœuvrer continuellement à l'aide du treuil à main qui servait au battage, les tiges d'injection afin d'éviter les calages et par suite la perte du trou d'injection, ce qui n'est pas arrivé pour un seul trou.

Le tuyau r (fig. 4) de refoulement de la colonne de tubage se raccordait également pendant l'injection, à l'aide d'un flexible de 50 ^m/_m intérieur et de 5 m. de long, à un tuyau arrivant en s (fig. 5); près du malaxeur se trouvait un manomètre X indiquant la pression d'injection. A la fin de chaque injection on raccordait les 2 flexibles et on ramenait ainsi dans le malaxeur l'eau de lavage afin de ne pas laisser de dépôt de ciment dans les conduites.

Opération de l'injection. — Le trou creusé étant parfaitement nettoyé par l'émulsion à l'air comprimé, on commençait par s'assurer du degré d'absorption en injectant de l'eau claire avec la pompe. Cette opération, outre les renseignements indiqués plus haut, avait l'avantage de refouler le plus loin possible les boues des cassures qui n'auraient pas été complètement emportées lors du nettoyage par l'émulsion. Après avoir ainsi marché pendant 1/4 d'heure, par une manœuvre de robinet et sans arrêter la pompe, on passait à l'injection du lait de ciment dont la densité variait de 5 à 10 % suivant le degré d'absorption des cassures. Au début la pression de marche fut assez variable pour le puits n° 1 à cause des repassages de ciment au jour; mais en règle générale on put atteindre dès le commencement de l'injection une pression de 5 à 6 atmosphères, que l'on poussait ensuite le plus haut possible à 10 et à 15 atmosphères.

Au moyen de la colonne de retour, les densités de ciment étaient vérifiées de temps en temps; de cette façon on se ren-

Profondeur en mètres	Ciment injecté en sacs de 50 k.	Densité	Pression en Atmosphères	Observations
45	5	2 »	12	
62	28	10 »	17	
79	25	6 »	13	
TROU N° 4.				
25	50	5 %	6	
30	5	7 »	12	
35	90	5 »	9 1/2	
40	197	5 »	10	
45	153	4 »	13 1/2	
62	40	5 »	10 1/0	Repassage au jour
80	10	5 »	8	Id.
TROU N° 5.				
21,5	13	15 %	3 1/2	
25	6	7 »	7	
29	25	7 »	8	
35	30	4 »	10	
40	9	2 »	10	
45	3	2 »	10	
62	128	3 »	11 1/2	
80	13	4 »	11	
TROU N° 6.				
22	180	15 %	5 1/2	
25	103	10 »	7	
30	15	5 »	6	
35	76	7 »	9	
40	7	3 »	8	
45	80	4 »	10	
63	111	10 »	10 1/2	
79,5	37	3 »	13 1/2	Repassage au jour
Total : 3035 sacs de ciment injecté au puits n° 2, soit 151'500.				

Profondeur en mètres	Ciment injecté en sacs de 50 k.	Densité	Pression en Atmosphères	Observations
PUITS N° 1. — (Aérage).				
TROU N° 1. — Tubage jusque 5 m. (environ 2 ^m 50 dans les marnes).				
15,7	32	7 %	2	Repassage au jour
18,2	28	8 »	2	Id.
TROU N° 2.				
16,5	14	5 %	1	Repassage au jour
18	22	5 »	1 1/4	Id.
TROU N° 3.				
15,8	19	5 %	1 1/2	Repassage au jour
TROU N° 4.				
14	28	6 %	2	Repassage au jour
TROU N° 5.				
14,35	23	5 %	1 1/4	Repassage au jour
18	11	6 »	1	Id.
18,6	7	6 »	1 1/4	Id.
TROU N° 6.				
14	17	5 %	1	Repassage au jour
17,6	15	6 »	1 1/2	Id.
TROU N° 1. — Tubage à 18 mètres.				
20,85	30	6 %	11	
23,5	40	6 »	6	
26	30	6 »	7 1/2	
29	70	7 »	8	
34	85	4 »	7 1/2	
46	57	6 »	10	Repassage au jour
64	37	5 »	6 1/2	
TROU N° 2.				
22	11	8 %	7	
25	4	8 »	6	Repassage au jour
34	12	5 »	9	Id.
46	62	10 »	8 1/2	Id.

Profondeur en mètres	Ciment injecté en sacs de 50 k.	Densité	Pression en Atmosphères	Observations
TROU N° 3.				
22	20	8 %	8	Repassage au jour
25	8	7 »	7 1/2	Id.
28	22	10 »	6 1/2	Id.
34	20	5 »	8 1/2	Id.
45	3	10 »	8 1/2	Id.
TROU N° 4.				
20,8	55	10 %	3 1/2	Repassage au jour
24,34	60	10 »	6 1/2	
28	21	10 »	4	Id.
34	56	4 »	7 1/2	Id.
46	9	7 »	8 1/2	Id.
54,5	5	5 »	5	Id.
TROU N° 5.				
22	29	5 %	6 1/2	Repassage au jour
25	10	10 »	7	Id.
28	3	10 »	4 1/2	Id.
32	35	6 »	6	Id.
40	86	5 »	8 1/2	
46	4	5 »	12	
TROU N° 6.				
22	25	8 %	6 3/4	Repassage au jour
25	65	8 »	8 1/2	
28	5	8 »	6 1/2	Id.
31	3	4 »	6	Id.
34	34	6 »	6	Id.
64	15	6 »	6	Id.
TROU N° 1. — Tubage à 30 mètres.				
36	25	5 %	13	Repassage au jour
46	25	7 »	9	Id.
56	28	8 »	14	Id.
68	20	6 »	15 1/2	Id.
80	34	5 »	13 1/2	Id.

Profondeur en mètres	Ciment injecté en sacs de 50 k.	Densité	Pression en Atmosphères	Observations
TROU N° 2.				
36	22	5 %	14	
46	25	7 »	15	
56	100	10 »	15	
68	27	5 »	15	Repassage au jour
80	157	8 »	17	
TROU N° 3.				
46	25	5 %	17	
56	48	7 »	8	
68	15	5 »	15	
80	157	8 »	17	
TROU N° 4.				
36	42	8 %	13 1/3	
46	40	6 »	13	
56	145	8 »	14	Repassage au jour
67	158	10 »	17	
78,6	47	6 »	17	
TROU N° 5.				
36	8	6 %	19	
46	45	6 »	12	
56	80	8 »	14	
68	58	5 »	18 1/2	
89,5	36	7 »	13	
TROU N° 6.				
36	150	8 %	16	
46	102	5 »	14	Repassage au jour
56	65	7 »	12	Id.
68	160	10 »	16	
80	78	8 »	15 1/2	

Total : 3168 sacs pour le puits n° 1, soit 158'400.

La cimentation du puits n° 2 étant terminée le 19 avril 1914, on commença le percement du bouchon de béton le 22 avril; ce percement fut très lent dans la partie supérieure

qui avait été faite avec des pierrailles de grès et du ciment pur; la partie inférieure, comportant des pierrailles de petit granit peu cimentées, fut beaucoup plus facile à percer. Ce travail fut exécuté au marteau pic et achevé le 29 mai 1914. On pénétra alors au niveau de 21 m. 65 dans les marnes pourries et cimentées.

La venue d'eau y était presque nulle (voir diagrammes des venues d'eau).

Le ciment contenu dans les sacs sur lesquels reposait la trousse était parfaitement dur; on coupa au marteau-pic les parties qui dépassaient la trousse pour placer le premier membre de soutènement, puis on entama l'approfondissement du puits. Celui-ci se poursuivit normalement jusqu'à 24 m., dans des marnes pourries, qui paraissaient assez bien cimentées; à partir de ce point, la venue a augmenté brusquement de 15 m³, pour atteindre 47 m³ à l'heure à la profondeur de 33 m. 20, où l'on se décida à placer une trousse provisoire pour permettre la pose du cuvelage. Ce travail fut terminé le 3 juin.

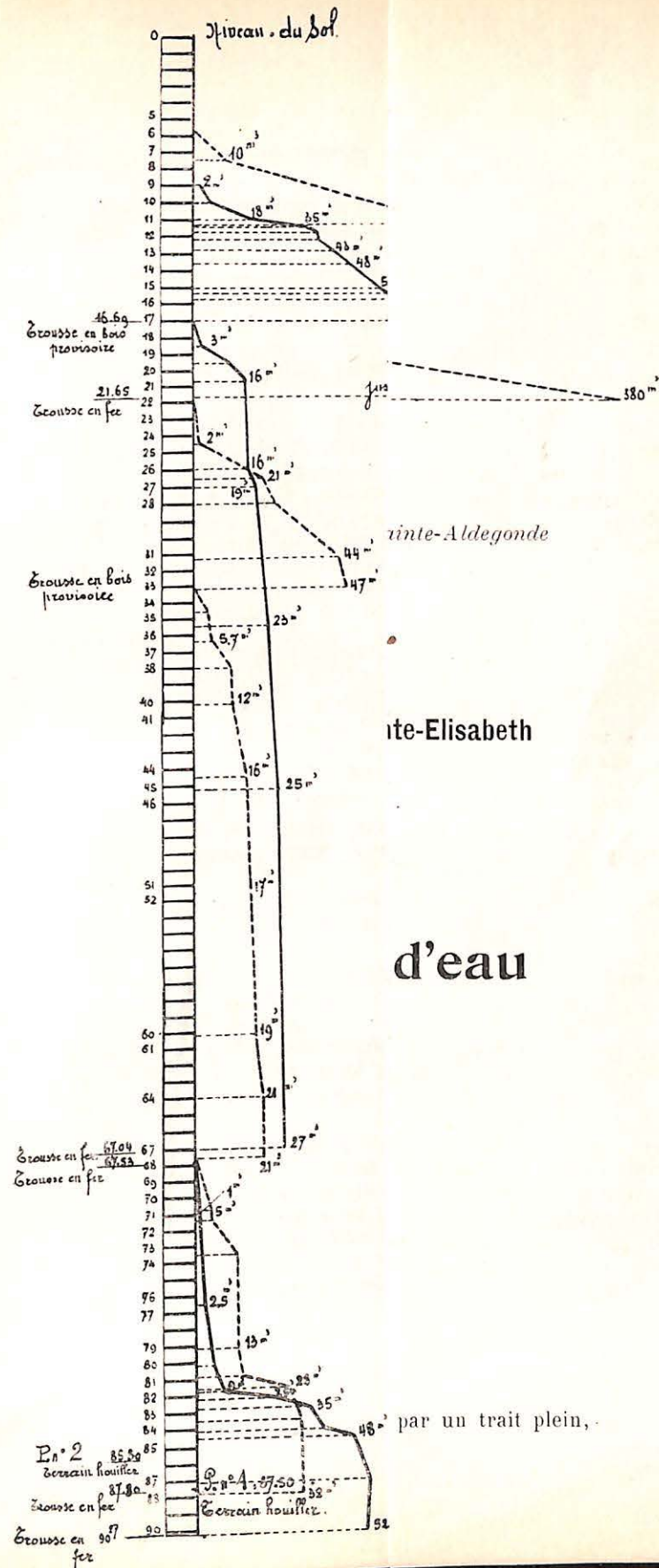
On reprit ensuite le fonçage à la cote de 33 m. 20 dans des marnes jaunâtres assez compactes, dans lesquelles existait quelques cassures de 5 à 6 centimètres d'ouvertures remplies de ciment; vers 50 m., on rencontra des silex dans des marnes plus dures et bleuâtres; le 26 juin, on put établir une trousse métallique au niveau de 67 m. 53.

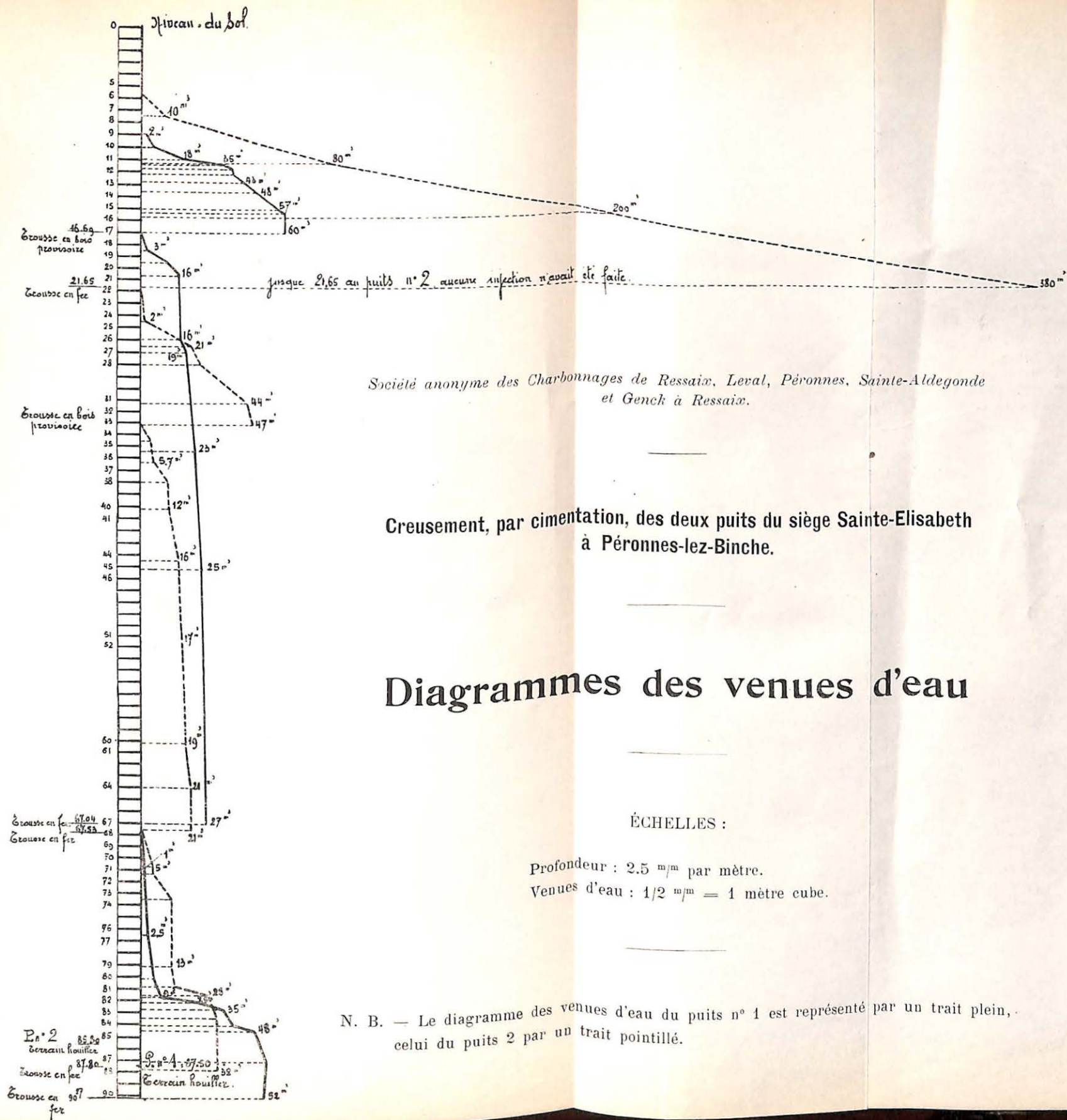
Quant à la venue d'eau, qui avait été à peu près supprimée à 33 m. 20 par la pose du cuvelage, elle a augmenté graduellement au fur et à mesure de l'enfoncement de la passe pour atteindre au fond un débit horaire de 21 m³ 30.

Le 23 juillet, on reprit le fonçage à la cote de 67 m. 53. Vers 69 m. on rencontra un petit banc de silex de 0^m15 d'épaisseur, ensuite des marnes bleuâtres jusque vers 73 m., où l'on atteignit des bancs de silex peu réguliers, mais très durs.

Le 4 août, on fut arrêté à la cote de 77 m. 14, par les événements de guerre; cette interruption du travail perdura jusqu'au 8 octobre 1914, où l'on reprit l'épuisement des eaux et ensuite le fonçage à partir du 15 octobre. Le 30 octobre on atteignit le houiller à la cote de 85 m. 50, après avoir traversé des marnes glauconifères, avec silex, ainsi qu'un banc de tourtia de 0^m40 à 0^m50 d'épaisseur. On fonça 2 m. 30 dans le houiller, constitué par du roc querelleux et des querelles (grès) dérangées. La trousse de base fut posée sur ces querelles et le cuvelage terminé le 8 décembre 1914.

Après la pose du cuvelage la venue totale ne s'élevait plus qu'à 1 m³ par heure, et elle fut réduite à 500 litres, après matage des joints et injection.





Société anonyme des Charbonnages de Ressaix, Leval, Péronnes, Sainte-Aldegonde et Genck à Ressaix.

Creusement, par cimentation, des deux puits du siège Sainte-Elisabeth à Péronnes-lez-Binche.

Diagrammes des venues d'eau

ÉCHELLES :

Profondeur : 2.5 m/m par mètre.

Venues d'eau : 1/2 m/m = 1 mètre cube.

N. B. — Le diagramme des venues d'eau du puits n° 1 est représenté par un trait plein, celui du puits 2 par un trait pointillé.

En ce qui concerne le *creusement du puits n° 1* dans les morts terrains, il débuta le 25 novembre 1914 par l'enlèvement du bouchon de béton fait au fond du puits et le 28 on entamait des marnes très friables fortement injectées de ciment. Jusqu'à 8 m. 10, elles donnèrent peu d'infiltrations, mais à partir de cette profondeur, une venue commença à se produire pour augmenter fortement d'importance à partir de 10 mètres (voir diagramme des venues d'eau par passes).

Les marnes restant très friables à cause des venues d'eau qui augmentaient et délavèrent les parois, on dut creuser en picotant les parois du puits. A partir de 11 m. 70, les venues s'aggravèrent provoquant le coulage des parois entre les planches picotées; on fut obligé d'effectuer derrière les planches un calfatage avec de la paille et de continuer l'enfoncement malgré tout, à l'effet de rechercher une base plus solide pour l'établissement d'une trousse provisoire pour recevoir une première passe du cuvelage. A la profondeur de 13 m., la marne devint moins éboulée; on y rencontrait beaucoup de ciment d'injection, ce qui lui donnait une consistance supplémentaire très appréciable; la venue d'eau horaire était alors de 50 m³, on continua toutefois le travail, précédé du picotage des parois, jusqu'à la profondeur de 15 m. 10. La venue d'eau augmentant toujours et la marne étant devenue beaucoup moins éboulée, on décida de placer 8 anneaux de cuvelage à la profondeur de 16 m. 69, afin de supprimer les 60 m³ d'eau de la venue.

Ce travail réussit parfaitement, car à la reprise du creusement, aucune venue d'eau ne passait sous la trousse en bois.

L'enfoncement fut repris et ce ne fut qu'à partir de la profondeur de 21 m. 50 que le terrain put attendre le boissage.

Ce creusement a démontré de façon irrécusable l'importance des soins à apporter à la cimentation des terrains et l'efficacité de celle-ci. Il n'est pas douteux que sans l'injection de ciment, le creusement des vingt premiers mètres du puits n° 2, eussent coûté plus de peine et d'argent que les premiers mètres du puits n° 1, les terrains étant plus mauvais.

A partir de 23 m. 50, la marne a commencé à devenir dure, mais encore très fissurée et parfaitement cimentée. La marne blanche ne fit qu'augmenter en dureté et à la profondeur de 30 m., on la rencontra en gros blocs. Il y existait cependant encore assez bien de cassures, mais localisées sur une petite hauteur; à 30 m., on a trouvé 4 cassures superposées ayant jusque 4 centimètres d'épaisseur et parfaitement remplies de ciment.

De 35 à 40 m., on a traversé une marne grise fissurée et bien cimentée. A 50 m., sont apparus des bancs de silex noir d'environ 0^m15 d'épaisseur, avec intercallation de marne. A partir de 55 m., la marne devint bleuâtre, renfermant beaucoup de cassures cimentées.

La première trousse en fonte fut placée à la profondeur de 67 m. 04 ce qui correspondait à une passe de cuvelage de plus de 50 m., avec une venue d'eau de 27 m³ seulement.

A la reprise de l'enfoncement, on rencontra une marne gris-bleu fissurée; mais ici les cassures ne traversaient plus tout le puits, étant moins longues et souvent perpendiculaires entr'elles, ce qui fait qu'elles étaient moins bien cimentées.

Vers 71 m., on traversa de petits bancs de silex noirs, sous lesquels la marne devint de plus en plus glauconieuse et à la profondeur de 19 m., on traversa un banc de marne bleue argileux. A ce moment, la venue n'était que de 4 m³.

Immédiatement plus bas, se trouvait des bancs de silex noir presque compacts et ayant jusque 70 centimètres d'épaisseur. Parmi ces silex existaient des canaux donnant beaucoup d'eau, si bien qu'à 86 m. la venue était montée à 51 m³. Enfin le tourtia fut atteint à 87 m. 50 et le houiller à 87 m. 95. La venue d'eau était alors de 52 m³. La trousse de base fut placée à 90 m. 17 le 5 juin 1915 et le cuvelage terminé le 25 juin 1915.

Prix de revient de la cimentation.

L'examen du prix de la cimentation au siège Sainte-Elisabeth doit porter sur deux périodes. D'abord la cimentation se fit simultanément sur le puits 1 et le puits 2 et ensuite seulement sur le puits 1.

La première passe de cuvelage du puits 2 ayant été posée fin octobre 1913, les dépenses relatives à la cimentation prennent cours à partir du 1^{er} novembre 1913 et vont pour la première période jusque la mi-avril 1914. Ce temps comprend l'aménagement des tours, le montage des appareils de battage, qui furent d'abord installés avec des moteurs de remplissage qui durent être changés par suite de modification dans le matériel proprement dit de battage.

La somme des dépenses se répartit comme suit :

Salaires	fr.	18,433.71
Fournitures magasin		8,365.69
Salaires ateliers		3,800.00
Energie électrique		3,854.00
Ciment		9,765.50
Charbon forges, chauffage des ouvriers		742.50
Amortissement matériel, moteurs.		850.00
Total	fr.	5,811.20

A la mi-avril, le puits n° 2 était cimenté jusqu'à la profondeur de 80 m., et le puits n° 1 jusque 60 m., ce qui représente une profondeur totale de 123 m., en déduisant les 17 m. de cuvelage du puits n° 2 d'où un prix par mètre de fr. 372.45.

Dans l'appréciation de ce prix, il y a lieu de tenir compte 1°) de la marche du travail par petites passes; 2°) du forage dans les 4 m. 50 de béton du puits n° 2, où l'avancement variait de 3 à 5 m. par 24 h., alors que dans les marnes, il était de 1 m. à 1 m. 50 à l'heure; 3°) des 2 tubages au puits I pour éviter les repassages à la surface et enfin d'un matériel qu'il fallut approprier au travail à faire.

La seconde période comporte le complément de la cimentation du puits 1.

En effet, l'injection jusque 60 m. ne donnait pas toutes les satisfactions désirables en raison des nombreux repassages du ciment à la surface. C'est pourquoi, il fut décidé de tuber jusque 30 m. et de recommencer la cimentation, opération qui fut effectuée de la mi-avril au 4 août 1914. C'est de cette dernière opération qu'il s'agit ici. Les dépenses se répartissent comme suit :

Salaires	fr.	5,536.81
Fournitures		4,486.17
Energie		1,487.00
Charbon		163.80
Atelier		1,440.00
Ciment		4,500.00
Amortissement		500.00
Total	fr.	18,113.78

Cette somme se rapporte en définitive à la cimentation de 80—30=50 mètres, soit donc par mètre courant de puits :

$$18,113.78 : 50 = 362 \text{ francs.}$$

En moyenne on peut donc dire que pour 143 m. de puits, (les 17 premiers mètres du puits n° 2 n'ont pas été injectés),

$$\text{la cimentation a coûté } \frac{45,811.20 + 18,113.78}{143} = 447 \text{ francs par mètre.}$$

Mais il faut noter que de 30 à 60 m. au puits n° 1, l'injection a été faite en quelque sorte deux fois pour arriver au résultat dont il sera parlé ci-après.

Quantité de ciment employée pour la cimentation.

Puits 2 : pour 63 m. de terrain . . . 151T.750
Puits 1 : pour 80 m. de terrain . . . 158T.400
Soit en moyenne par mètre : $310,150 : 143 = 2,170$ kg.

Cette moyenne ne peut être une indication pour aucun cas, l'absorption de ciment étant naturellement fort variable, le cas du sondage n° 1 au puits n° 2 qui, à 50 m., a absorbé, en un seul point 28T.000 de ciment en est bien une démonstration.

Le ciment utilisé au cours de toutes ces opérations fut du ciment Portland belge de Cronfestu, dont on n'eut qu'à se louer, et qui fut retrouvé parfaitement solidifié au cours du fonçage des puits.