

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE

du Nord de la France

Déclarée d'utilité publique par décret du 12 août 1874.

BULLETIN TRIMESTRIEL

N° 76.

19^e ANNÉE. — Troisième Trimestre 1891.

PREMIÈRE PARTIE.

TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ.

Assemblée générale mensuelle du 13 juillet 1891.

Présidence de M. ÉM. BIGO, Vice-Président

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté après une observation de M. A. WITZ, relative à sa dernière communication.

Correspon-
dances.

M. LE PRÉFET DU NORD annonce l'envoi de son rapport au Conseil général.

M. MÉRIAU, lauréat de la Société, demande que les clichés de son ouvrage sur l'industrie sucrière soient remis à l'Association des anciens Elèves de l'Institut du Nord pour leur publication.

Sur l'avis du Conseil, l'Assemblée décide de remettre les clichés en question à M. Mériaux à la condition que la publication qui les reproduira indiquera que l'ouvrage est extrait de nos Bulletins.

La Société industrielle de Rouen a demandé deux Bulletins anciens pour compléter ses collections.

M. Aimable DUPONT demande une récompense comme ancien serviteur. Il a été engagé à s'adresser à la Société des Sciences.

M. BELLEVILLE nous a adressé une circulaire en nous priant de l'insérer. Il lui sera répondu que notre Bulletin est réservé aux travaux des membres de la Société et que sa note ne pourrait y paraître comme tel que s'il devenait lui-même membre, à moins qu'il ne préfère une insertion dans les annonces.

La Société a reçu en outre quelques demandes de participation au prochain concours.

Divers.

Nous avons reçu le médaillon de bronze de feu Mathias. Il est exposé dans la salle des séances.

Excursion
de Lens.

M. LE PRÉSIDENT rend compte de l'excursion que la Société industrielle a faite le mardi 7 juillet aux Mines de Lens, où elle a été reçue par M. Léonard Danel, Président du Conseil d'Administration, qui, avec les principaux Ingénieurs, lui a fait d'une façon charmante les honneurs des importantes installations de cette Compagnie.

Partis de Lille à 8 heures, les excursionnistes au nombre de 40 ont trouvé à Lens un train spécial qui les attendait et qui les a successivement conduits aux différentes fosses de la Concession. Arrivés à Wingles, ils ont visité en détail les systèmes d'extraction et de triage employé à la fosse N^o 7 où chacun s'est trouvé émerveillé de la rapidité et de la précision avec lesquelles s'exécutent toutes les manœuvres de réception des berlines et de classement du charbon monté.

La Cité ouvrière, dont chaque maison est un véritable modèle de propreté, a ensuite attiré longuement leur attention et il y aurait eu à féliciter chaque ménagère de l'ordre parfait régnant dans toutes les habitations.

A la fosse N^o 10 actuellement en construction, ils ont pu voir un travail des plus curieux et qui fait le plus grand honneur à la science de l'Ingénieur. Le fonçage du nouveau puits ayant rencontré des terrains aquifères et mouvants dont on ne pouvait se rendre maître, on s'est décidé à les transformer par le froid en un énorme glaçon artificiel au centre duquel on creuserait ensuite le puits en question. Pour atteindre ce résultat, on a enfoncé dans le sol, deux séries de tube verticaux disposés en couronne, dans lesquels circule jour et nuit une dissolution incongelable de chlorure de calcium refroidie à 16° au-dessous de zéro et constamment ramenée à cette basse température par de puissantes machines frigorifiques à ammoniac. D'après l'avancement de la congélation du terrain mouvant, on peut compter que le bloc de glace sera complet d'ici un mois et que le travail de fonçage pourra commencer aussitôt.

Mais déjà il faut quitter cette ingénieuse installation pour aller plus loin admirer le vaste bassin d'embarquement et le quai de chargement, où, en l'espace de trois quarts d'heure à peine, un bateau de 250 à 300 tonneaux reçoit son chargement complet par une puissante disposition de culbuteurs et de trémies à glissière qui se manœuvrent et obéissent avec la plus grande facilité à toutes les exigences de la batellerie.

Le train reprend ensuite les visiteurs pour les conduire à la fosse N^o 3 où les travaux du jour, les salles des machines et des générateurs, la lampisterie avec son système de lampes à fermeture spéciale, font l'admiration de tous.

Mais si les yeux restent sous le charme des merveilles qu'ils ont admiré, la nature, qui ne perd jamais ses droits, fait sentir aux estomacs que le temps a rapidement passé pendant ces visites où pas un instant n'a été perdu. L'aimable Président des Mines de Lens avait heureusement pensé à tout et, joignant l'utile à l'agréable, il réunissait un moment après ses invités

et les Ingénieurs de la Compagnie dans un déjeuner fort apprécié de chacun et auquel il est fait largement honneur.

Dans un toast humoristique, M. Danel expose qu'à Lens, lorsque les difficultés viennent à se présenter, il n'est pas dans l'esprit du Conseil d'Administration de reculer, et que pour bien le prouver aux sables mouvants, on a décidé de brûler beaucoup de charbon pour produire un peu de froid, et arrêter ainsi cet ennemi inattendu dans sa marche intempestive.

M. Agache répond, au nom de la Société Industrielle, en remerciant vivement M. Danel et la Société des Mines de Lens du bienveillant accueil qu'ils lui ont ménagé, et Messieurs les Ingénieurs de toute la complaisance qu'ils ont mise dans leurs explications instructives pour les membres de la Société.

Après avoir encore visité les Ecoles de la Compagnie avant de partir, les visiteurs reprenaient à 2 h. 50 le train qui les ramenait à Lille et ils conserveront tous un excellent souvenir de leur intéressante excursion.

Emprunt.

On a procédé dernièrement à l'encaissement des sommes souscrites pour l'emprunt et cette opération est terminée maintenant.

Bibliothèque.

La Bibliothèque a reçu ,
De M. le Préfet du Nord : son rapport au Conseil général ;
De M. Charles Helson : le tarif général des douanes et les minerais de fer français ;

Du professeur H. Santagelo Spoto : le Paysan agriculteur de Torrenuggiore ;

Enfin de M. Witz : la machine à vapeur.

M. Witz a bien voulu nous envoyer le premier exemplaire qu'il a reçu de son éditeur et M. le Président le remercie vivement de cette attention. Cet ouvrage, certainement sera lu par tous avec fruit.

Local.

M. LE PRÉSIDENT ayant rendu compte de l'état d'avancement des travaux, l'Assemblée donne tout pouvoir au Conseil pour terminer la question de l'éclairage et du mobilier.

M. J. HOCHSTETTER.
Quelques détails sur les travaux sous l'eau par scaphandre.

L'immersion dans le lit de la Deûle d'un caisson en fonte pesant 13,000 k., divisé en plusieurs tronçons et renfermant plusieurs gros tuyaux de plomb, ayant amené à Lille deux scaphandriers de Dunkerque, M. Hochstetter a pensé intéresser la Société en lui donnant de visu quelques détails sur ces travaux sous l'eau.

Après avoir indiqué les différentes phases du travail exécuté en 9 jours à raison de 3 heures d'immersion pour chaque plongeur, M. Hochstetter décrit le matériel employé.

Ses principales parties sont : le vêtement de caoutchouc toile, le casque en cuivre avec ses glaces et ses soupapes d'entrée et de sortie d'air, et enfin la pompe à 3 cylindres qui alimente la respiration du scaphandrier, dont le costume entier, surcharges comprises, pèse 75 k. pour lui assurer une stabilité convenable.

Étant descendu vérifier le caisson après son exécution, M. Hochstetter a pu constater combien cette charge de 75 k. disparaît instantanément dans l'eau, vous laissant léger et flottant à votre entière volonté suivant réglage de la soupape d'évacuation, que l'on peut d'un coup de tête ouvrir ou fermer pour monter ou descendre comme un véritable ludion. La respiration n'a rien de pénible. Une fraîcheur très agréable l'été se joint à un calme parfait. La vue par contre est bien limitée, car si ce n'est dans des eaux immobiles et très limpides, on ne perçoit qu'une lueur verte insuffisante pour voir à plus de 20 centimètres de distance. Aussi le travail se fait-il par le simple toucher et à genoux pour plus de facilité. — Peu commodes les signaux acoustiques se remplacent le plus souvent par des coups donnés sur le tuyau d'air ou sur la corde de sauvetage.

Les accidents, heureusement peu fréquents, se produisent cependant, soit par bris d'une glace, déchirure du vêtement, ou accroç à la pompe. Le plus souvent ils proviennent d'une trop brusque décompression à la remontée, l'air dissout sous pression dans le sang venant à se dégager subitement en traversant les tissus et déterminant des lésions cérébrales, des hémorragies auriculaires et des paralysies.

Avec des précautions néanmoins cette profession n'est pas exceptionnellement dure, et bien rétribué en général, elle trouve facilement des adeptes dont le travail rend les plus grands services pour les constructions maritimes, les sauvetages en mer et même à l'industrie privée.

M. LETOMBE.
—
La Formule de
M. Dubreuil
sur la largeur
des coussinets.

La bonne installation d'une transmission est toujours une chose importante surtout lorsqu'on transmet des puissances considérables comme il arrive dans les grandes filatures ou les grands tissages.

M. Dubreuil a profité des nombreuses installations qu'il a faites pour se livrer à des observations sur la largeur des coussinets. Il a commencé ses remarques en 1876, alors qu'il montait ses premières transmissions par câbles, et il les a continuées jusqu'en 1884 ; il en appliqua enfin le résultat dès 1882 en construisant à cette époque la filature de laines de MM. Germain et Cie à Malmerspach (Alsace).

M. Dubreuil avait observé que le produit de la pression par centimètre carré sur le coussinet multiplié par la vitesse de la circonférence du tourillon était sensiblement une constante. En exprimant ce produit en fonction des données de la question et en l'égalant à la constante observée, puis simplifiant, il arrive à une équation de la forme $l = np$; (l) étant la largeur du coussinet, (n) le nombre de tours de l'arbre et (p) l'effort total sur le palier.

Il a semblé intéressant à M. Letombe de rechercher en appli-

quant les théories de la résistance des matériaux, à quelle condition pouvait correspondre cette formule. Résumant complètement les calculs nécessaires pour déterminer les dimensions des tourillons d'arbres, il prouve que la formule de M. Dubreuil ne correspond qu'à une seule condition : celle qui exprime que le travail de frottement au contact du tourillon et du coussinet ne dépasse pas une certaine valeur au-delà de laquelle les lubrifiants seraient brûlés. Si on appelle Tf , le travail de frottement qu'il ne faut pas dépasser et f le coefficient de frottement qui convient aux métaux en présence, le rapport $\frac{Tf}{f}$ est justement l'expression du produit dont M. Dubreuil a remarqué la constance. Or Tf et f sont fort difficiles à déterminer et on ne peut arriver à connaître ces valeurs que par l'observation. M. Dubreuil a pris la meilleure méthode : il a déduit ce rapport d'installations qui fonctionnaient bien.

Il faut remarquer néanmoins qu'en appliquant la formule on doit pêcher par excès, parce que la valeur $\frac{Tf}{f}$ correspondante n'exige qu'un travail de frottement extrêmement faible et admet un coefficient de frottement très élevé. Le graissage pourra donc être défectueux sans amener d'échauffement.

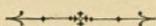
Enfin la formule pourrait arriver à se trouver en défaut dans certains cas puisqu'elle ne tient pas compte de toutes les conditions nécessaires à la détermination du tourillon.

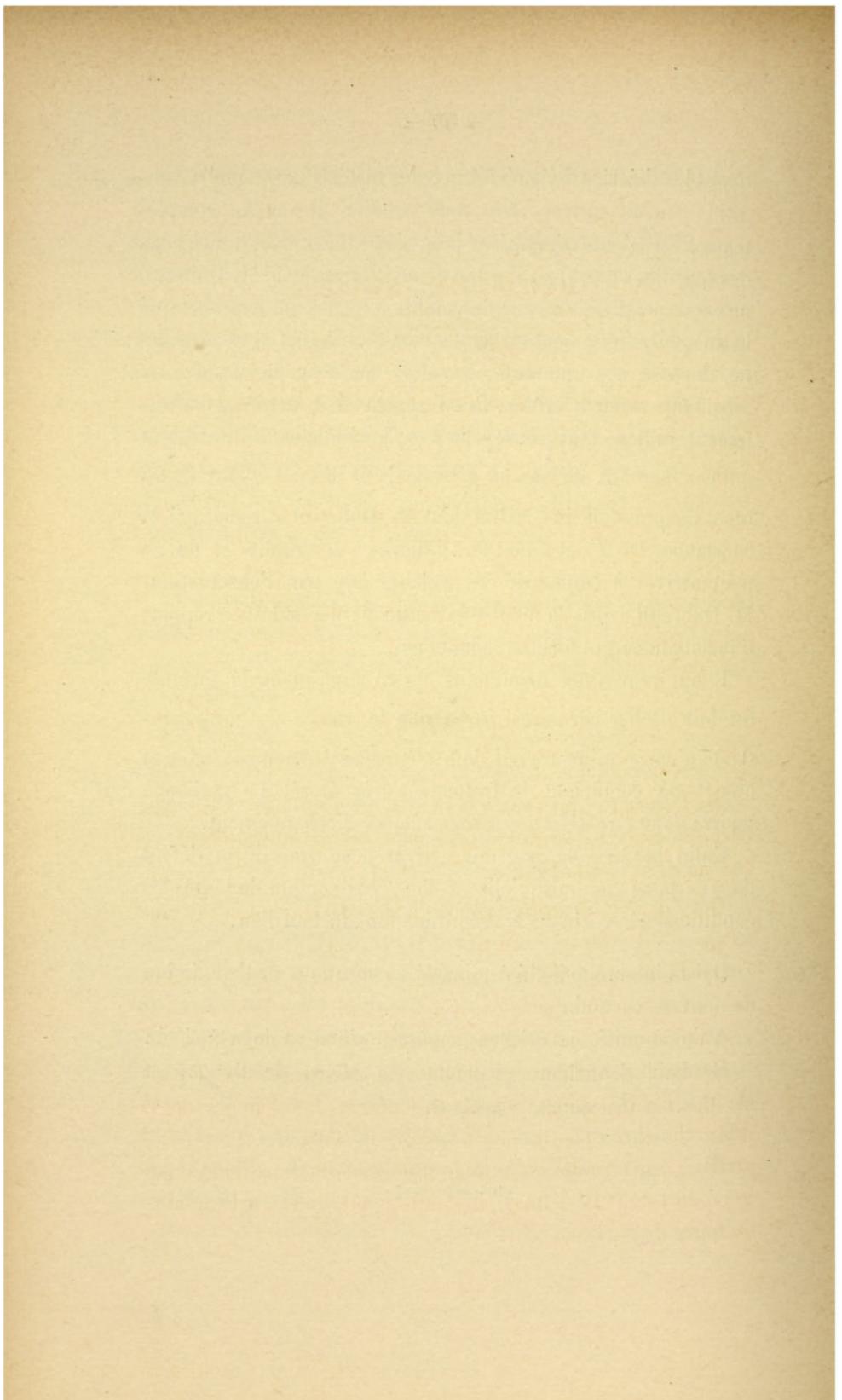
Scrutin.

Dans l'intervalle il a été procédé au scrutin pour l'admission de nouveaux membres.

A l'unanimité, ont été élus membres ordinaires de la Société :

M. Paul Schneider, président des Mines de Douchy et
M. Maxime Descamps, négociant.





DEUXIÈME PARTIE.

TRAVAUX DES COMITÉS.

Résumé des Procès-Verbaux des Séances.

Comité du Génie civil.

Séance du 9 juillet 1891.

Président de M. A. WITZ, Président.

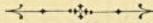
M. DUBREUIL, qui était inscrit à l'ordre du jour, s'est fait excuser, mais il a envoyé le texte de sa communication ; M. LE PRÉSIDENT en donne lecture.

Il s'agit de la détermination de la largeur des coussinets dans le cas d'un graissage ordinaire. M. DUBREUIL a remarqué au cours des nombreuses installations qu'il a faites, que le produit de l'effort par cm^2 sur le coussinet multiplié par la vitesse à la circonférence du tourillon est sensiblement constante quand les transmissions fonctionnent dans de bonnes conditions. Expriment cet effort et cette vitesse en fonction des données de la question, et remplaçant le produit par la constante observée, il arrive à une formule où la largeur du coussinet est donnée par le produit de l'effort total sur celui-ci, multiplié par le nombre de tours de l'arbre.

Le Comité décide que cette communication sera reproduite en Assemblée générale.

M. VILLETTE présente au concours un élévateur. Des dessins lui seront demandés.

M. SOHIER demande à présenter au concours son procédé de retaillage des limes par l'électricité.



TROISIÈME PARTIE.

TRAVAUX ET MÉMOIRES PRÉSENTÉS A LA SOCIÉTÉ

La Société n'est pas solidaire des opinions émises par ses Membres dans les discussions, ni responsable des Notes ou Mémoires publiés dans le Bulletin.

C O N T R I B U T I O N

A

L'ÉTUDE DU FONCTIONNEMENT DES CHAUDIÈRES A VAPEUR

PAR JEAN DE MOLLINS,
Docteur ès Sciences de Zurich.

Nous diviserons ce travail en trois parties :

- 1^o Épuration de l'eau d'alimentation ;
 - 2^o Essais comparatifs d'eaux incrustantes ;
 - 3^o Entraînement de l'eau par la vapeur.
-

PREMIÈRE PARTIE.

ÉPURATION DE L'EAU D'ALIMENTATION.

La question de l'incrustation des chaudières à vapeur constitue un des problèmes les plus importants de l'industrie.

Tous les manufacturiers savent, en effet, combien de difficultés de tous genres leur occasionnent les eaux incrustantes ; beaucoup d'entre eux ont eu même à enregistrer de graves accidents dus aux dépôts de croûtes calcaires ou à la formation de boue dans leurs générateurs de vapeur.

En 1889, on a compté en Allemagne seize explosions de chaudières et sur ce nombre, quatre, soit 25 pour 100, étaient dues à la nature calcaire de l'eau (1). Dans deux cas, on notait de fortes incrustations ; et dans deux autres, l'alimentation avait été insuffisante, les chauffeurs ayant été trompés par la présence d'une boue compacte dans les tubes de niveau d'eau.

La liste des désincrustants qui ont été proposés et essayés est fort longue ; il existe d'innombrables brevets d'invention sur ce sujet et malgré cela l'on peut dire que la question est encore ouverte.

L'étude scientifique des eaux et des diverses incrustations n'est pas encore suffisamment avancée pour que l'on puisse établir une loi générale, ou même plusieurs lois, applicables aux différentes espèces d'eaux provenant des divers bassins géologiques.

Certaines contrées, dont le sol est constitué par des terrains anciens, schisteux, pauvres en calcaires, fournissent une eau natu-

(1) Chemiker Zeitung 1890, N^{os} 83, 85, 87.

rellement douce telle que celle qui provient du lac de la Gilleppe et qui est la richesse principale de Verviers. Un industriel verviétois nous a affirmé n'avoir jamais eu la moindre incrustation dans ses chaudières, et cela après dix années de marche. Notons en passant que l'eau de la Gilleppe est excellente pour les lavages.

Dans le Nord de la France, aux environs de Lille, où les terrains sont fortement calcaires, nous rencontrons de l'eau chargée de bicarbonates et de chlorures terreux, d'un peu de sulfate de chaux, et très mauvaise pour l'alimentation des chaudières ; elle est également impropre aux lavages industriels sans avoir subi une épuration préalable.

C'est ainsi que nous rencontrons dans les puits artésiens de Roubaix une eau titrant de 30 à 40 degrés hydrotimétriques Boutron et Boudet (1), et que l'ébullition ramène à 10 degrés environ. Nous avons eu l'occasion d'alimenter des générateurs avec des eaux de cette catégorie, dont le titre avait été préalablement abaissé à 5 degrés par un traitement à la chaux et au carbonate de potasse. Il ne se formait après trois mois de marche que de minces incrustations, mais très adhérentes, ressemblant à un émail aux endroits fortement chauffés. Une analyse qualitative nous dénota la présence de chaux, de magnésie, d'alumine et d'une notable quantité de silice.

D'autres régions, enfin, où les sources prennent leur origine dans les terrains les plus calcaires, fournissent de l'eau que l'on pourrait au premier examen qualifier d'incrustante et qui, à l'usage, bouleverse toutes nos théories. Dans le Pas-de-Calais, à Pernes-en-Artois, nous avons vu des sources provenir de la marne à ciment, ou craie blanche ; l'eau vue en grandes masses était d'un bleu céleste, pur et légèrement blanchâtre sous l'action d'une très faible quantité de craie en suspension ; elle ne donnait pas la moindre

(1) Voir le procédé Boutron et Boudet à l'article Hydrotimétrie du Manuel pratique de A. Bolley. Paris, F. Savy, 1869 ; ou bien le Traité des mêmes tuteurs, Paris, G. Masson, 1888.

incrustation quoique son titre hydrotimétrique ait été de 20 à 25 degrés.

Nous ne multiplierons pas les exemples ; nous dirons de suite qu'il faudra généralement avoir recours à l'expérience pour chaque cas particulier.

Nous avons adopté comme base de nos essais les procédés d'épuration les plus répandus aujourd'hui.

La chaux et les carbonates de potasse ou de soude servent à la précipitation de l'eau ; les résidus sont recueillis dans des bassins ou des appareils décanteurs et la chaudière reçoit une eau claire, susceptible de ne donner qu'un minimum de boues ou d'incrustations. Ajoutons que l'eau, ainsi épurée, peut aussi servir aux lavages industriels.

Nous avons pris comme point de départ la méthode hydrotimétrique *Boutron et Boudet* en lui adjoignant quelques réactions simples devant servir de contrôle.

Le titre de l'eau brute et celui du même liquide préalablement bouilli nous fixaient d'abord sur le maximum de bicarbonates à éliminer par la chaux et sur la présence des sels solubles qu'il faudrait atteindre par le carbonate de soude. Le titrage du liquide obtenu, par une solution d'acide sulfurique normal au dixième, nous permettait d'arriver au plus bas titre hydrotimétrique avec la plus faible alcalinité possible.

Nous voulions éviter d'introduire dans la chaudière un excès inutile de carbonate de soude, sachant que ce corps peut corroder les organes de bronze des appareils.

Appareils de laboratoire.

Plusieurs vases cylindriques de deux litres de capacité d'un diamètre intérieur de 14 et hauts de 24 centimètres.

Flacon et burette hydrotimétrique *Boutron et Boudet*.

Burettes pour la soude normale et l'acide sulfurique décime et vases divers.

Réactifs.

Liqueur hydrotimétrique Boutron et Boudet.

Lait de chaux renfermant 40 gr. de Ca O par litre. La chaux doit être très pure et se délayer complètement à l'immersion dans de l'eau froide. Pour mesurer la quantité de réactif on agite fortement au moment de verser le lait, 25 centimètres cubes de ce liquide donneront 1 gramme de chaux.

Solutions normales de carbonate de potasse ou de soude renfermant respectivement 69 et 53 grammes de ces corps par litre.

Solution normale au dixième d'acide sulfurique.

Solution d'oxalate d'ammoniaque.

Eau de chaux.

Mode opératoire.

Pour fixer la plus petite quantité de chaux nécessaire nous procédions empiriquement.

Six récipients de deux litres étant pleins du liquide à examiner, nous ajoutions à chacun respectivement 5, 10, 15, 20, 25 et 30 centimètres cubes de lait de chaux et nous agitions vivement. Après un repos de vingt-quatre heures, nous prenions le titre hydrotimétrique.

L'eau épurée était légèrement alcaline, en raison d'un petit excès de chaux libre, indispensable si l'on veut obtenir une bonne précipitation ; il pouvait y avoir aussi un peu de soude provenant de la décomposition du bicarbonate de ce corps que l'on rencontre dans certaines eaux (eaux des forages de Roubaix).

L'acide sulfurique décime nous servait alors à fixer l'alcalinité de l'eau et nous indiquait la quantité de carbonate de soude nécessaire pour précipiter la chaux libre.

Pour atteindre les sels calcaires solubles, nous ajoutons au liquide un peu de carbonate de soude en excès; et nous laissons reposer vingt-quatre heures. — L'oxalate d'ammoniaque ne provoquait plus alors qu'un trouble inappréciable; le titre hydrotimétrique approchait de 0°; l'alcalinité du liquide ne devait pas atteindre par litre 20 centimètres cubes d'acide sulfurique décime (ce qui correspondait à un maximum de 0 gr. 106 de carbonate de soude). L'on pouvait aussi chercher à déceler l'excès de carbonate de soude au moyen d'eau de chaux, mais l'acide sulfurique décime donnait des résultats plus exacts.

Lorsque nous avons fixé les quantités respectives nécessaires de chaux et de carbonate de soude, nous mélangeons ces réactifs, au lieu de les ajouter successivement à l'eau à épurer; des essais comparatifs nous avaient donné des résultats identiques dans les deux cas. Cela revenait à dire que l'on ajoutait au liquide un mélange de chaux et de soude caustiques.

Voici quelques exemples :

Eau de rivière.

Titre hydrotimétrique = 33°

Après ébullition = 8°

Adjonction de 0 gr. 200 de chaux (Ca O) par litre; 24 heures de repos; eaux cristallines titre 10°.

On titre 100 centimètres cubes de ce liquide avec l'acide sulfurique décime dont il faut 0^{cc}7 pour arriver au rouge stable du tournesol à l'ébullition.

Il faudra donc 0^{cc}7 de soude carbonatée normale par litre d'eau à épurer pour en saturer la chaux libre; pour ce qui concerne les eaux de Roubaix l'expérience nous a enseigné à doubler ou tripler ce chiffre pour atteindre les sels de chaux solubles et nous avons obtenu en dernier lieu un titre de 4 degrés hydrotimétriques.

Eau de puits artésien.

Titre hydrotimétrique 32°.

L'ébullition le ramène à 10 ou 12°.

On ajoute 6,5 centimètres cubes d'une solution normale de carbonate de potasse à 35 centimètres cubes de lait de chaux et l'on verse le tout dans 2 litres d'eau ; après 24 heures, le titre hydrotimétrique est tombé à 2°.

Nous avons observé dans ce dernier essai qu'une adjonction de 8 grammes de terre glaise par litre de liquide à épurer en favorisait la précipitation.

Dans la pratique industrielle, la précipitation des eaux s'effectue dans de grands bassins ou dans des appareils décanteurs ; dans un cas comme dans l'autre il est de toute nécessité que le dosage des réactifs se fasse très exactement, que leur incorporation à l'eau s'effectue d'une manière toujours uniforme.

Nous ne sommes pas partisan des appareils automatiques qui distribuent le réactif proportionnellement à l'intensité d'un courant de liquide à épurer. Nous croyons qu'il est préférable de mesurer l'eau dans une cuve jaugée munie d'un agitateur mécanique et d'y ajouter régulièrement une quantité donnée de chaux et d'alcalis.

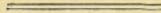
Il ne faut pas oublier que nous nous trouvons ici en présence de solutions extrêmement diluées ; nous ne rencontrons en effet que un ou deux décigrammes de sel soluble de chaux et de magnésie par litre et nous appliquons à leur précipitation les quantités correspondantes de carbonates de soude ou de potasse.

Dans ces conditions, les doubles décompositions ne revêtent pas les caractères d'instantanéité que nous constatons lorsqu'il s'agit de liqueurs concentrées et nous devons compter la durée des opérations

comme un facteur important. La pratique confirme pleinement cette théorie ; nous avons constaté dans de nombreux essais un abaissement notable du titre hydrotimétrique d'une eau épurée par le seul fait de sa stagnation pendant 24 ou 48 heures.

L'eau de forage citée plus haut titrait 6 degrés immédiatement après sa précipitation ; après 24 heures de repos l'on n'observait plus que 2 degrés.

Nous recommandons donc l'emploi de réservoirs ou de bassins de repos assez spacieux partout où les circonstances locales le permettront.



DEUXIÈME PARTIE.

DÉTERMINATION EXPÉRIMENTALE DU POUVOIR INCRUSTANT D'UNE EAU.

Lorsque la science théorique n'a pas encore entièrement éclairci quelque problème, l'industriel, poussé par la nécessité, a recours à l'empirisme pour achever de tracer sa route, en attendant que les savants aient eu le temps de perfectionner leurs méthodes et de découvrir les lois qui régissent les réactions en cause.

Il ne suffit pas, dans la question qui nous occupe, d'établir sur le papier des formules de doubles décompositions, et au besoin, de faire quelques essais de laboratoire en employant des eaux, peut-être trop bien épurées et des récipients resplendissants de propreté.

Il faut se rappeler que :

1^o L'industrie emploie des appareils de fer dont la surface très brute n'est pas comparable à celle de nos matras.

2^o L'eau peut tenir en suspension des matières qui échappent à nos regards ; M. Spring, professeur à l'Université de Liège a établi par de belles expériences que l'eau est bleue et que sa teinte verte n'est due qu'à des matières en suspension de couleur jaune, telles que l'argile ou d'autres substances.

L'on a peine à comprendre que l'eau si verte et si admirablement transparente de certains lacs puisse tenir des matières en suspension et cependant le fait est positif ;

3^o Les matières en suspension peuvent pendant la concentration de l'eau réagir sur les alcalis employés à l'épuration et ensuite sur les sels de chaux (l'argile donnera du silicate de soude et ce dernier corps formera du silicate de chaux avec les chlorures et sulfates de cette base) ;

4° Sous l'influence des courants et remous qui ont lieu dans la chaudière, tous les corps solubles et insolubles sont sans cesse en contact avec les parois du récipient, et en réaction les uns sur les autres ;

5° Les réactions fixées par nos essais de laboratoire entre les températures de zéro et de cent degrés seront très probablement différentes de celles qui se passeront dans les chaudières à des températures plus élevées.

En conséquence, il sera rationnel d'établir une méthode d'essais, intermédiaires entre ceux du laboratoire et ceux de l'usine, basés sur l'observation de l'évaporation de l'eau que l'on désire étudier.

Ajoutons que ces essais devront être rigoureusement comparatifs, c'est-à-dire que l'on prendra comme point de départ une eau ayant déjà son emploi industriel et dont on connaîtra exactement l'action sur les tôles des générateurs.

Appareils.

Deux récipients à bains-marie, semblables, d'une capacité d'un à deux litres.

Deux grands flacons à tubes de Mariotte, pouvant contenir assez d'eau pour marcher douze heures sans interruption.

Deux tubes alimenteurs formant un V renversé, réunissant les flacons au bain-marie. Cette disposition avait pour but d'empêcher l'eau chaude de remonter par les tubes dans le flacon.

Deux brûleurs à gaz donnant des flammes identiques.

Deux thermomètres.

Mode opératoire.

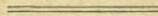
On remplissait donc l'appareil I d'une eau connue et l'appareil II de l'eau sur laquelle devait porter l'essai ; on réglait les flammes de façon à obtenir une faible ébullition permanente et une même tem-

pérature dans chaque bain-marie et l'on poursuivait ainsi pendant des semaines ou des mois, en notant les quantités d'eau évaporées qui devaient être égales de chaque côté.

Au bout de quelques jours on pouvait déjà observer des différences en bien ou en mal entre les deux liquides.

Il va sans dire que plus les quantités évaporées étaient considérables et plus les résultats obtenus étaient parfois frappants par leurs divergences ou leurs coïncidences.

Nous recommanderons cette méthode aux industriels qui désireront être rapidement fixés avant d'entreprendre des essais en grand, généralement coûteux et lents à produire le résultat final désiré.



TROISIÈME PARTIE.

ENTRAÎNEMENT DE L'EAU PAR LA VAPEUR.

Une bonne chaudière en marche normale ne doit fournir que de la vapeur sèche, ou de l'eau à l'état gazeux.

Tous les praticiens savent qu'il n'en est pas toujours ainsi.

Certains types de chaudières produisent, en effet, un entraînement d'eau permanent : d'autres, par contre, ne le donneront qu'accidentellement, lorsque les feux sont trop forts.

Nous ne connaissons pas de méthode exacte permettant d'évaluer rapidement la quantité d'eau entraînée par la vapeur ; pour résoudre ce problème, nous avons eu recours à l'analyse chimique de l'eau de la chaudière et à celle de la vapeur condensée.

Nous n'avons pu appliquer notre méthode que dans deux occasions ; nous n'hésitons cependant pas à la publier. MM. les Industriels que cette question intéresse pourront facilement faire eux-mêmes ou faire faire par un chimiste les opérations bien simples que nous allons décrire.

Toutes les eaux de puits ou de rivières sont généralement chargées d'une faible quantité de chlorures, sels qui restent en dissolution pendant la concentration de l'eau dans la chaudière ; si nous prélevons de temps en temps un échantillon d'eau au robinet de purge du tube de niveau, ou au robinet de jauge, nous remarquons à l'analyse que le liquide renferme des quantités croissantes de chlorures.

Il est évident que si la vapeur entraîne pendant l'ébullition des gouttelettes de cette eau-mère ou résiduaire, nous devons retrouver des chlorures dans la vapeur condensée.

Le dosage des chlorures ou du chlore est une des opérations les plus simples de la chimie.

Une solution normale de nitrate d'argent au dixième et un peu de chromate de potasse, tels sont les réactifs nécessaires ; quant à la manipulation, on la trouvera dans tous les traités d'analyse chimique.

Nous ne nous arrêterons un instant qu'à la prise des échantillons d'eau résiduaire et de vapeur condensée.

Pour effectuer ces opérations, nous avons construit deux petits réfrigérants de cuisine permettant de recueillir les liquides sans qu'il y ait aucune déperdition de vapeur ; s'il s'agissait d'eau résiduaire, on appliquerait le serpentín au robinet de jauge que l'on n'ouvrait que très peu ; quant à la prise de vapeur, nous la faisons sur la conduite principale, le plus près possible de la chaudière.

Examinons maintenant les cas particuliers :

Premier cas. — Petite chaudière locomobile verticale, vaporisant 250 kilogrammes d'eau par heure ; allure forcée, beaucoup de mousse dans l'eau ; entraînement très visible ; le tuyau d'échappement de la machine déposait une boue blanche sur la toiture du bâtiment.

L'eau résiduaire renfermait par litre 0 gr. 12 de chlore ; la vapeur prise en pleine marche sur un tuyau alimentant la machine donnait une eau de condensation qui n'en renfermait que 0 gr. 05.

La vapeur condensée était donc formée de 60 % d'eau pure et 40 % d'eau résiduaire ; en notant la pression qui était de quatre atmosphères et en supposant que seule l'eau résiduaire fût sous forme de gouttelettes on avait 6 centimètres cubes d'eau pure vaporisée ou 40 litres de vapeur, tenant en suspension 4 centimètres cubes d'eau résiduaire.

Nous notons donc dans le cas particulier un entraînement d'eau de 1 centimètre cube et 2/10 par litre de vapeur entrant dans le cylindre de la machine.

Deuxième cas. — Trois grandes chaudières fixes, horizontales

semi-tubulaire à feu central, formant une batterie, et pouvant évaporer ensemble 4,500 kilogrammes d'eau par heure, alimentent une machine Corliss dont l'allure est extrêmement régulière ; les feus sont modérés et les chaudières sont loin de produire leur maximum d'effet.

Les analyses de l'eau résiduaire à diverses époques dénotent la présence de quantités croissantes de chlore ; la vapeur, par contre, n'en renferme pas la plus petite trace.

Cette expérience renouvelée plusieurs fois et dans des circonstances variées de marche donna toujours le même résultat ; nous en avons déduit que dans ce cas, l'entraînement d'eau était nul.

Ajoutons avant de terminer que la concentration de l'eau résiduaire dans une chaudière ne produisant pas d'entraînement d'eau, pourrait servir de base au calcul de la production de la vapeur.

Une série d'expériences nous a donné des chiffres variant de 8 à 11 kilogrammes de vapeur par kilogramme de charbon consommé ; diverses circonstances nous avaient induit en erreur ; ces essais devraient être refaits.

L'EXTRACTION DU CHLORURE DE POTASSIUM

DES EAUX DE LA MER

PAR M. A. LAMBERT.

La découverte des gisements de carnallite en Allemagne, dans les environs de Stassfurt, a porté un coup mortel à une industrie d'origine éminemment française — celle de l'extraction du chlorure de potassium des eaux de la mer. Presque personne ne pense à entrer en lutte avec l'Allemagne pour les sels de potasse : on croit communément que le simple fait d'avoir des mines de carnallite permet à nos voisins de l'Est d'obtenir les sels de potasse à des prix très réduits ; je l'avais cru comme tout le monde, mais un livre paru il y a quelques années a dissipé mon erreur. L'ancien directeur des mines de Stassfurt, M. Pfeiffer, a écrit dans son « Handbuch der Kaliindustrie » que le prix de revient du chlorure de potassium était de 12 à 13 francs les 400 kilogs, or ce même produit extrait des eaux de la mer par une série d'opérations que je vais décrire, revient à un prix sensiblement inférieur. Je ne m'étendrai du reste pas sur ce point, car seule la question du procédé d'extraction doit faire l'objet de cette étude.

Lorsque l'eau de la mer concentrée successivement sur les partèvements d'un salin atteint 25° Baumé, on l'introduit sur les tables salantes où elle dépose le sel marin : de par ce fait la concentration

atteint 27°5 Baumé ; l'augmentation de densité est naturellement due à la présence du sulfate de magnésie et des chlorures de potassium et de magnésium. Ce premier dépôt est du sel marin pur, de première qualité ; dans certains salins on continue la concentration pour obtenir du sel marin de deuxième et même de troisième qualité ; ces opérations terminées, on rejette l'eau concentrée à la mer.

M. Balard a fait de longues études sur l'utilisation de ces eaux résiduelles et c'est en cherchant à en extraire le chlore qu'il a découvert le brôme ; parmi ses divers procédés d'utilisation il y en a un concernant le chlorure de potassium. Ce procédé a été étudié en grand par la Compagnie des salines de l'Hérault jusqu'en 1848 mais, faute de persévérance et par crainte des grandes dépenses d'installation, on finit par l'abandonner. Plus tard, ces essais furent repris sous la direction de chimistes distingués, et discutés à fond à Marseille au cours des séances résumées dans un travail, très rare maintenant, — « *procès-verbal des séances générales tenues à Marseille sur le mode d'exploitation des eaux-mères des salins, 1850* ». Dans cet opuscule on préconise surtout la méthode dite salinière pour la préparation de la carnallite artificielle (KCl , Mg Cl^2 , $6 \text{H}^2\text{O}$) ; on croyait, M. Balard surtout, que ce procédé, consistant à continuer la concentration sur des partènements, était celui qui donnerait les meilleurs résultats ; la pratique n'a pas donné raison à ces prévisions et les études faites au salin de Giraud (Bouches-du-Rhône) sous l'habile direction de M. Henri Merle et plus tard de M. A. R. Péchiney, ont prouvé que le traitement des eaux par une concentration artificielle était le plus économique.

L'énorme développement de l'industrie des potasses en Allemagne, à partir de 1860 environ, a limité cependant à la Camargue les procédés dont M. Balard avait posé les bases.

Je ne pourrais, dans le rapide exposé que je vais faire, donner tous les détails des tâtonnements qui ont précédé la découverte d'une méthode pratique pour la préparation du KCl avec l'eau de la mer

— ce serait du reste bien long et fastidieux ; je vais donc passer immédiatement à l'exposé de la méthode actuelle.

Quand l'eau de la mer a été concentrée à 27^o5 Baumé avec dépôt de sel marin, on la reprend et on continue la concentration à air libre sur des partèvements jusqu'à ce qu'elle atteigne 35^o Baumé ; pendant ce temps l'eau dépose un mélange de sel marin et de sulfate de magnésie auquel on donne le nom de *sel mixte*. Ainsi concentrée, l'eau porte le nom d'*eau-mère* ; on l'envoie par des pompes dans d'énormes réservoirs bétonnés où le froid de l'hiver lui fait déposer du sulfate de magnésie cristallisé presque pur qui peut être livré tel quel au commerce : c'est un premier bénéfice qui n'est pas à dédaigner.

Ainsi refroidies, les eaux-mères ne marquent plus que 32^o à l'aréomètre Baumé et contiennent par mètre cube :

40 à 50 kilos de sel marin,

60 à 70 kilos de sulfate de magnésie anhydre,

240 à 250 kilos de chlorure de magnésium anhydre,

40 à 42 kilos de chlorure de potassium.

Ces eaux sont reprises par des pompes et envoyées dans un four système Porion où elles sont concentrées à 35^o Baumé et 80^o centigrades de température. Le four Porion, dont les détails de construction sont connus de tout le monde, est chauffé dans le cas actuel par le charbon brûlé sur grilles et par les gaz de la combustion provenant d'autres appareils de chauffage ; ce système de concentration est incontestablement le plus économique : en effet, les gaz de la combustion s'échappent de la cheminée à moins de 100^o mélangés à de la vapeur d'eau dégagée par le liquide qui se concentre.

Le seul inconvénient de ce mode de concentration est la coloration grise du chlorure de potassium obtenu : les clients s'habituent facilement à cette coloration qui n'a du reste pas d'importance au point de vue de la qualité du produit.

L'eau-mère ainsi concentrée tombe dans un vase mesureur ; dès que celui-ci est plein, on mesure une quantité proportionnelle d'une

dissolution concentrée et bouillante de chlorure de magnésium et on envoie le mélange des deux liquides dans un décanteur de forme spéciale. L'eau de chlorure de magnésium est une dissolution que l'on obtient comme résidu. — Nous en reparlerons plus tard ; la composition de cette eau est par mètre cube :

Sel marin.	29 k ^{os}
Sulfate de magnésie anhydre . . .	44 k ^{os}
Chlorure de magnésium anhydre . .	540 k ^{os}

Elle marque 40° à l'aréomètre Baumé et a une température de 140° C.

Dès que les eaux-mères concentrées sont mises en présence de l'eau de chlorure de magnésium, le sel marin et le sulfate de magnésie se séparent du sein du liquide et tombent au fond du décanteur ; ce dernier sel ne peut pas se former à 7 molécules d'eau car le mélange qui le contient est trop avide d'eau pour lui en laisser suffisamment ; il résulterait des essais faits à Giraud que la cristallisation a lieu avec une molécule ; il est cependant difficile de préciser bien exactement à cause de la grande quantité de sel marin et de chlorure de magnésium qui souillent le dépôt. Étant donné, d'une part, le produit qui se dépose dans le décanteur et, d'autre part, la nécessité d'avoir une fabrication continue, il faut extraire le dépôt à mesure qu'il se forme ; à Giraud on emploie des décanteurs en forme de V : une vis sans fin amène le dépôt dans un cul-de-sac d'où il est extrait par une drague. Cette opération est très défectueuse et c'est à elle que l'on doit les grandes pertes des chlorures de potassium et de magnésium ; dans une nouvelle usine on se garderait bien de faire une installation de ce genre et on augmenterait notablement les rendements.

Du vase décanteur le mélange des eaux passe dans les cristallisoirs : en ce moment leur température n'est plus que 92° à 95° et leur densité 37° Baumé environ. Les cristallisoirs ont exactement la même forme que le décanteur ; ils ont en plus, comme complément, des serpentins en cuivre ou en fer dans lesquels circule l'eau de réfrigé-

ration. Une partie de la réfrigération a lieu avec l'eau-mère qui se rend au four Porion, ce qui permet d'utiliser une certaine partie de la chaleur du mélange ; les autres serpentins sont traversés par de l'eau douce qui est ensuite rejetée.

Le chlorure double de potassium et de magnésium (carnallite artificielle) qui se dépose dans ces cristallisoirs est extrait par des dragues et envoyé dans de grands cuiviers de terrage où il se décante ; quand un cuvier est plein on ouvre un robinet ménagé dans le bas et les eaux de mélange entraînées s'écoulent dans des réservoirs spéciaux ; de même le liquide qui a déposé le chlorure double dans les cristallisoirs rejoint ces eaux de décantation dans les réservoirs dont je viens de parler. Ce liquide marque 37° Baumé — c'est l'eau de chlorure de magnésium qui, concentrée dans des poêles à fond plat, est mélangée aux eaux-mères provenant du four Porion ; en admettant donc qu'il reste encore du KCl dans cette eau, il est évident qu'il n'est pas perdu puisqu'il rentre dans les cristallisoirs : du reste l'analyse n'accuse guère plus de 4 kilo de KCl par mètre cube, soit environ 0,08 %.

Revenons au chlorure double que nous avons laissé dans les cuiviers de terrage ; lorsqu'il est à peu près sec, c'est-à-dire quand on ne voit plus couler d'eau de chlorure de magnésium par le robinet du bas, deux ouvriers le sortent du cuvier et on procède au *dédoublément* ou *enrichissement*. Cette opération a lieu de la façon suivante : dans un bac muni d'un agitateur on introduit de l'eau douce et de l'eau à 28° Baumé dont j'indiquerai plus loin la provenance ; puis on y ajoute une certaine quantité de chlorure double ; les proportions des eaux et du produit sont fixées par le chef de fabrication d'après les analyses du laboratoire. Après une agitation qui dure une heure environ, on envoie le mélange dans de nouveaux cuiviers de terrage en tous points semblables à ceux qui servent pour le chlorure double ; on laisse décanter de la même façon ; l'eau qui s'écoule marque 31° Baumé ; on la mélange aux eaux-mères qui se rendent au four Porion.

La décantation finie, on sort le *chlorure dédoublé* et on procède au *lavage* ou *second enrichissement* : c'est une opération semblable au dédoublement, seulement on n'emploie que de l'eau douce, et parfois, lorsqu'il en faut trop peu, de l'eau à 31° Baumé pour maintenir le mélange suffisamment liquide et éviter un arrêt des agitateurs.

La masse boueuse obtenue est envoyée dans desessoreuses et on obtient : 1° le chlorure à 82 % de KCl et 2° l'eau dite à 28° Baumé qui sert au dédoublement. Le chlorure de potassium à 72% est, en général, vendu tel quel, une petite quantité seulement est transformée en chlorure à 20 %; cette transformation a lieu au moyen d'un second lavage.

Je ne puis évidemment donner ici tous les détails de fabrication — cette question ne pourrait intéresser que les personnes qui désireraient installer ces fabrications; retenons cependant que seule une surveillance incessante du laboratoire permet d'arriver très exactement au titre voulu.

L'allure à donner à la concentration au four Porion, la proportion d'eau de chlorure de magnésium à mélanger aux eaux du four, les quantités d'eau par les dédoublements et les lavages — toutes ces séries d'opérations demandent une connaissance très complète des détails de fabrication car la moindre erreur expose à des déboires : on risque d'obtenir des chlorures doubles très difficiles à dédoubler et à laver, ou bien on a des rendements déplorables, car beaucoup de KCl reste dans l'eau de chlorure de magnésium qui ne rentre pas en totalité dans la fabrication. Il peut arriver aussi que l'on obtienne trop d'eau à 31° Baumé : c'est une perte sèche de combustible puisque cette eau doit être de nouveau concentrée au four.

Comparons maintenant ce procédé avec celui de Stassfurt.

Avant d'avoir la carnallite artificielle il faut, par la méthode salinière, obtenir les eaux-mères, les concentrer, laisser cristalliser et sortir le chlorure double des cuiviers de terrage; en regard de cette série d'opérations Strassfurt n'a qu'à extraire la carnallite. Mais cette

extraction est assez coûteuse bien qu'inférieure à celle de la méthode salinière ; c'est à partir de ce moment que le grand avantage de cette dernière méthode apparaît : en effet, il ne reste plus que quelques lavages à faire, sans grande main-d'œuvre, ni dépense de combustible ; au contraire, à Stassfurt, on doit dissoudre la carnallite *à chaud*, faire des concentrations, laisser cristalliser et procéder seulement alors aux lavages. Bref, d'après ce que j'ai pu voir, le procédé salinier est plus économique et pourtant à Giraud on n'extrait guère que les 75 % du chlorure de potassium contenu dans l'eau de la mer, tandis qu'on pourrait aisément arriver à un rendement de 90 % sans augmenter les dépenses

6

QUELQUES DÉTAILS
SUR LES
TRAVAUX SOUS L'EAU PAR SCAPHANDRE

Par M. J. HOCHSTETTER,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

J'ai eu, il y a quelques semaines, l'occasion de suivre de très près pendant plusieurs jours, le travail de deux scaphandriers venus de Dunkerque pour faire dans la Deûle l'immersion d'un siphon assez important.

Ce genre d'ouvrage sous l'eau, tout en ne présentant rien d'absolument nouveau, est cependant assez rare à Lille, et j'ai pensé intéresser peut-être les membres de la Société, en leur donnant de visu quelques détails sur le matériel des scaphandres et sur son mode d'emploi.

I.

Voici d'abord en quoi consistait le travail à exécuter. Nos usines de La Madeleine et de St-André se trouvant séparées par le canal, étaient depuis quelque temps déjà reliées entre elles par plusieurs

tuyaux de plomb permettant l'envoi d'acide d'un côté à l'autre de la rivière. Ces tuyaux longeaient les deux avant culées fixes du pont tournant jeté en cet endroit sur la Deule, et n'avaient à franchir sous l'eau que les 5^m50 de la passe des bateaux, passe unique jusqu'ici. Un simple coffre en bois de chêne renfermant les dits tuyaux et descendu dans l'eau suffisait à établir la communication.

L'ancien pont ayant été déclassé et se trouvant remplacé par un nouveau beaucoup plus important et à deux passes de navigation pour les bateaux, il fallait modifier du même coup l'installation des tuyaux immergés. Par contre, il y avait cette fois-ci à franchir sous l'eau la largeur totale du canal, soit 22^m en plafond, tout en protégeant parfaitement le plomb des tuyaux contre les coups de gaffes inévitables des bûteliers qui, aux abords des ponts, ont toujours plus à faire pour bien orienter leurs bateaux avant de les engager dans l'une ou l'autre des passes.

Après avoir hésité entre l'immersion d'un siphon rigide d'une seule pièce et la pose par tronçons distincts, nous nous sommes arrêtés à cette dernière solution, pour la facilité du travail et à cause du poids à manœuvrer, savoir : 8 tuyaux de plomb pesant 4.000 kilos et 2 tuyaux de fer du poids de 700 kilos qui devaient être descendus dans un caisson de fonte de 30 centimètres de diamètre, de 32 mètres de long et pesant 7.900 kilos, soit un poids total de 12.600 kilos.

Le caisson de fonte a été divisé en tronçons de 3^m à emboîtement simple, chacun des tronçons étant lui-même divisé en deux parties : celle du dessous en forme de pétrin, celle du dessus formant couvercle, le tout réuni de distance en distance par des colliers boulonnés, de façon à obtenir finalement une gaine protectrice continue mais nullement étanche à l'eau.

Comme préparation du travail, le lit du canal une fois bien dressé et nettoyé à la profondeur normale de 2^m20, on y creusa avec la dragueuse à la place du caisson futur, une rigole de 80° d'enfoncement destinée à le recevoir en contrebas et à l'abri des chocs des

plus grands bateaux. Les choses ainsi réglées, c'est à partir de ce moment qu'intervinrent les scaphandriers.

On commença à leur descendre successivement à partir de la rive droite les divers pétrins préalablement ajustés et repérés, et en plongeant au fond de la rivière ils allaient en régler la position, en se guidant sur une corde d'axe et des fils à plomb pendant jusqu'au fond de la rigole. Les scaphandriers, ainsi que nous le dirons tout à l'heure, ne voyant pas clair sous l'eau, devaient faire ce réglage comme direction et niveau, d'après simple toucher et en s'aidant de sondes manœuvrées d'en haut.

Cette pose bien rectiligne et horizontale était la partie la plus délicate de l'ouvrage pour assurer le bon emboîtement des joints ; l'horizontalité était obtenue en calant des coins entre le sol et les pétrins ; cela prit 4 jours.

Choisissant ensuite un bateau ayant exactement la largeur du canal, on y transporta successivement un à un tous les tuyaux à immerger, 20 hommes les tenant liés de mètre en mètre contre une pièce de bois empêchant par sa rigidité le plomb flexible de se déformer.

Les scaphandriers commandaient du fond la descente et veillaient au couchage côte à côte des divers tuyaux dans les pétrins jusqu'à ce que tous y fussent déposés, ce qui prit deux jours 1/2.

Ce résultat obtenu, on procéda à la descente des couvercles par le même système que les pétrins en rectifiant un certain nombre de joints.

Ayant eu en effet la curiosité et de me rendre compte du travail exécuté jusque-là, et de juger ce que l'on éprouve en scaphandre, j'étais descendu dans la matinée et j'avais pu constater, toujours au toucher, que certains pétrins contraignaient un peu. Après quelques retouches, les couvercles furent enfin placés, après 1 jour 1/2 d'ouvrage.

Restait pour terminer, dans une dernière journée, à placer tous les colliers de jonction dont les boulons furent facilement serrés sous

l'eau. Enfin, par précaution, dans la crainte qu'un batelier ne vint à engager son authieu sous le tuyau et qu'il ne put rester accroché à l'un des joints, des briquillons furent jetés de chaque côté des tuyaux, en glaciais que réglèrent les plongeurs, emprisonnant ainsi le caisson entier sous une couche résistante dans sa rigole, que la vase se chargea en peu de temps de combler complètement.

La pose complète avait duré *neuf jours*.

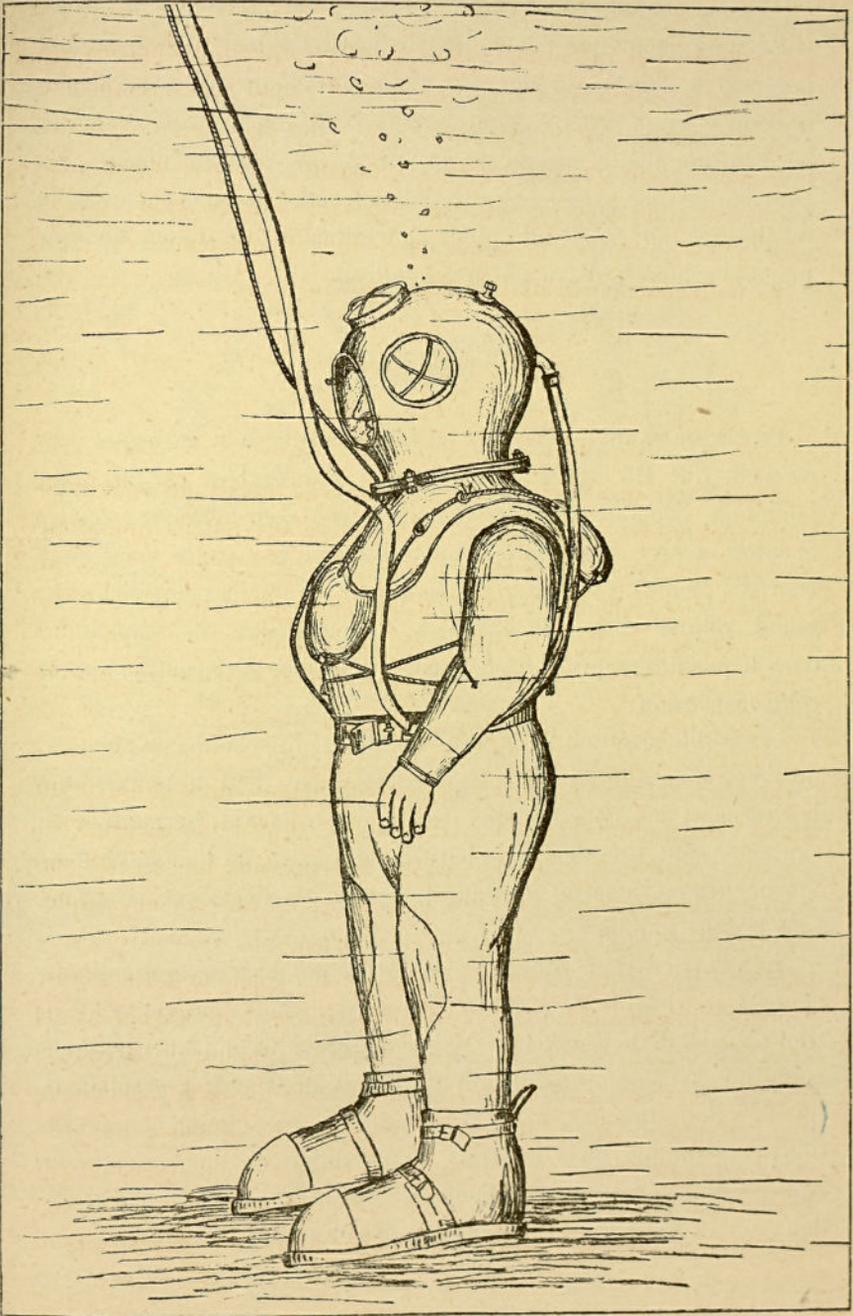
II.

Après avoir ainsi esquissé à grands traits le travail qui avait exigé l'intervention des scaphandriers, j'en arrive aux détails que je me proposais de vous donner sur leur matériel.

Celui-ci se compose de trois parties principales, savoir : le vêtement proprement dit, le casque et la pompe à air.

SCAPHANDRE.

Le vêtement de caoutchouc ou scaphandre n'est autre chose qu'un grand maillot muni de pieds enveloppant le corps d'une seule pièce. Tout en caoutchouc toile pour résister à la pression intérieure d'air, il ne comporte que le col et les manchettes en caoutchouc souple. Pendant le travail, ces vêtements ne sont pas sans subir parfois certaines avaries, heureusement réparables, en y appliquant des pièces, à l'aide d'une dissolution de caoutchouc dans les hydrocarbures; sur l'endroit déchiré, lavé et bien sec, il suffit d'appliquer une couche de cette solution, puis un carré d'une feuille mince de caoutchouc que l'on appuie fortement avec un rouleau. Par dessus, nouvelle couche de caoutchouc liquide, application d'une toile résistante, et le vêtement raccommodé peut une heure après servir à une nouvelle descente. Néanmoins toujours très fatigué au travail, un scaphandre neuf ne dure guère plus de trois mois s'il sert journellement.



Comme chaussures, d'énormes brodequins napolitains à épaisse semelle de plomb que l'on enfile par dessus les pieds du scaphandre, assurent la stabilité du plongeur. Celui-ci travaille cependant la plupart du temps à genoux, aussi, vers l'avant, ces brodequins sont-ils garnis d'une feuille épaisse de cuivre qui en empêche l'usure. Un pantalon de toile grossière protège de son côté l'usure des genoux du scaphandre qui, sans cette précaution seraient vite troués, quoique toujours renforcés d'avance en cet endroit.

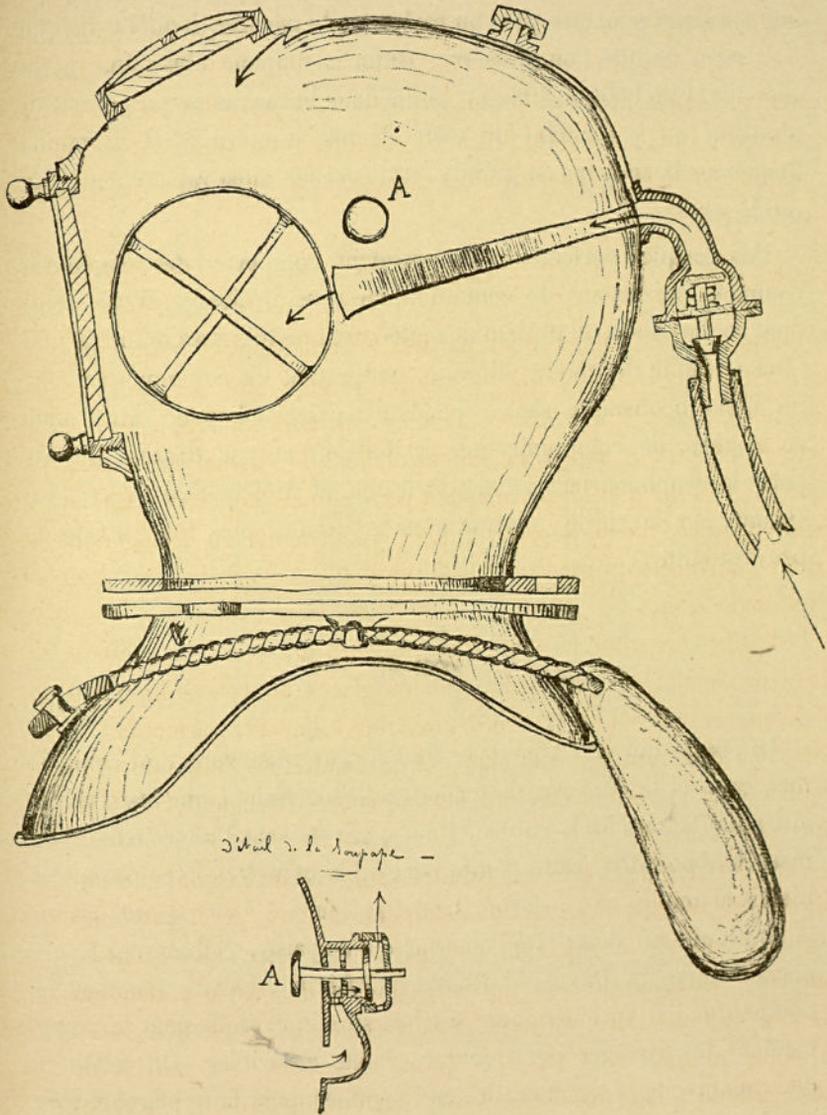
CASQUE.

Le casque se divise en deux parties, l'épaulière et le casque proprement dit. En cuivre toutes deux et réunissables par un joint boulonné, l'épaulière se place, comme son nom l'indique, sur les épaules et sert à supporter non-seulement le casque mais deux énormes plombs que l'on y suspend pour vaincre la poussée due au grand volume d'eau déplacé par le gonflement du scaphandre dans lequel on comprime l'air. Quelques boulons et crochets assurent cette suspension.

Le casque constitue la portion essentielle du costume et présente plusieurs détails fort ingénieux. Quatre glaces dont trois fixes sur le dessus et les côtés, et une démontable à l'avant, permettent de s'orienter tant que l'on voit clair, et de rendre de l'air naturel au scaphandrier à sa sortie de l'eau, surtout en cas d'accident, en dévissant la glace mobile.

Vers l'arrière de la tête une tubulure munie d'un raccord et d'une soupape de retenue s'ouvrant de dehors en dedans, permet la jonction au tuyau de caoutchouc toile par lequel entre l'air. Celui-ci, comprimé sous une pression qui varie forcément avec la profondeur que l'on doit atteindre, entre et se répand dans le casque non pas en un point unique mais en trois points différents, au moyen de trois conduits aplatis qui débouchent, l'un au-dessus de la tête et les deux autres à la hauteur de chacune des oreilles.

Coupe du Casque.

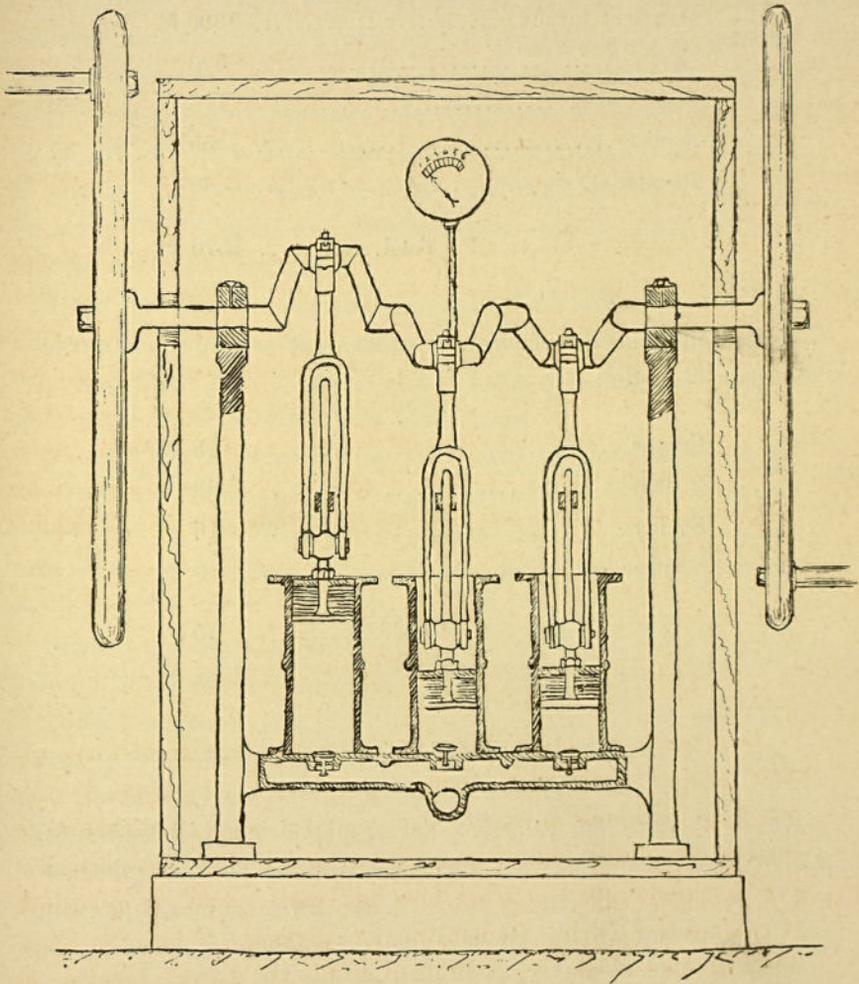


L'évacuation de l'air qui se renouvelle constamment se fait du côté droit du casque par une seconde soupape à portée de la main et s'ouvrant du dedans en dehors. Le ressort qui applique cette soupape sur son siège peut être plus ou moins tendu par une douille à vis que l'on serre ou que l'on desserre. Enfin la soupape elle-même porte une tige et un bouton A faisant saillie dans le casque et qui permet au plongeur en y donnant un coup de tête d'ouvrir plus ou moins longtemps la soupape en grand, et d'évacuer ainsi rapidement l'air qui le gêne.

Des casques perfectionnés pourraient comporter des téléphones complets permettant de communiquer avec le dessus, mais celui dont je me suis servi présentait seulement une tubulure munie d'une mince plaque de cuivre vibrante, permettant de communiquer par un tuyau acoustique sans cependant laisser échapper l'air; mais ce système de communication est fatigant et peu distinct dit-on, pour le scaphandrier, aussi sert-il peu et préfère-t-on souvent les signaux par la corde, comme nous le verrons plus loin, lorsqu'ils peuvent suffire.

POMPE.

La pompe qui sert à envoyer de l'air aux plongeurs doit comprimer celui-ci le plus régulièrement possible, sans moments d'arrêts aux points morts de la course. Pour y arriver sans l'intermédiaire de réservoirs portatifs, cette pompe est à trois cylindres avec pistons et bielles actionnés par un arbre trois fois coudé à 120° , ce qui assure la continuité du débit. De construction anglaise, Submarine Engineers Heinke et Davis, 2 Brabant C^r Chilpot Lawe, London, la pompe que j'ai vu fonctionner est fort simple et facilement protégée pendant les voyages par quelques volets amovibles. Un volant et deux manivelles permettent à deux hommes de la faire marcher très régulièrement pendant plusieurs heures sans fatigue.



Coupe de la pompe à air.

Ce matériel complet, suffisant pour deux scaphandriers se relayant tour à tour, n'est pas encore bien cher.

Pompe et tuyaux.....	1800 fr.
Casque.....	500
Scaphandre.....	175
Souliers.....	55
Plombs et ceinture.	40
Total.....	2570 fr.

Quant au poids du vêtement complet dont se trouve chargé le plongeur, il est de :

Casque.....	15 k.
2 plombs.....	38
Souliers.....	16
Scaphandre.....	6
Total.....	75 k

HABILLAGE.

Avant d'enfiler leur vêtement, les scaphandriers bien *vêtus de flanelles* endossent encore, l'hiver surtout, un ou deux gilets et caleçons de laine, de grosses paires de bas, un cache-nez autour du cou et sur la tête un béret quelconque peu volumineux.

Ils s'introduisent ensuite dans le scaphandre jusqu'à mi-corps, les pieds bien enfoncés à fond et à partir de ce moment réclament l'aide de leurs valets de chambre, les pompeurs. Deux ou trois hommes solides, s'attelant au collet en caoutchouc souple du scaphandre le tirent en sens contraire de façon à produire un passage suffisant

pour les épaules du scaphandrier, qui en se baissant s'y enfonce les bras en l'air comme l'on entre dans un trou d'homme de générateur.

Les baissant ensuite en les croisant il introduit les bras dans chacune des manches en forçant les manchettes souples à s'ouvrir pour laisser passer les mains. Cela fait, un aide assure le joint des poignets en entourant ceux-ci d'une *bandelette sèche de peau de daim qui gonflera* dans l'eau comme une éponge, sans arrêter la circulation du sang dans les mains. Sur ces bandelettes on rabat les manchettes souples que l'on serre pour plus de sûreté par un bracelet tendu de caoutchouc.

Après avoir enfilé le pantalon de toile protecteur et une paire de sabots provisoires, le scaphandrier se rend ainsi jusqu'à son chantier où se termine sa toilette et sa surcharge qui, dans l'air, l'empêcherait de marcher, sinon très difficilement.

Il met d'abord l'épaulière sur le bord de laquelle on rabat le col souple du vêtement, puis le casque lui-même en interposant un joint épais de caoutchouc; enfin on boulonne le tout fortement pour avoir un joint bien étanche et un ensemble sans solution de continuité.

Pendant ce temps la glace de devant du casque ne se trouvant pas posée, le scaphandrier continue à respirer l'air habituel.

On lui boucle alors aux pieds les souliers plombés; on ajoute au casque le tuyau de la pompe à air après l'avoir fait passer dans l'anneau de la ceinture qui empêche qu'il ne puisse se croquer. A la taille on lie la corde de sauvetage que l'on vient attacher, ainsi que le tuyau d'air sur le devant de l'épaulière afin d'aider pendant la remonte le plongeur à reprendre la position verticale. — On suspend ensuite les plombs de surcharge et pour que pendant le travail ils ne battent pas en avant ou en arrière, on les lie de plus autour du corps bien serré en les lui appuyant avec le genou contre la poitrine.

Tout étant prêt, les pompeurs à leur place, le scaphandrier se pose de façon à descendre facilement ou par une échelle ou en se lançant

à l'eau, et l'on commence à pomper, d'abord doucement puis plus rapidement. Lorsque l'air afflue normalement et régulièrement, on convient bien encore de la fraction du travail qui va être exécutée, et on visse la glace de fermeture du casque par ses 2 boutons. Comme en signe de bénédiction ou pour lui dire qu'il peut aller, le compagnon lui tape sur la tête et il plonge.

L'eau aussitôt commence à bouillonner et vous montre à chaque instant où se trouve le plongeur que l'on suit ainsi dans sa marche.

III.

DESCENTE.

Les épaules chargées et la poitrine surtout un peu comprimée par les poids, les pieds empêchés par les lourdes bottines, tout disparaît comme par enchantement sitôt que vous vous trouvez dans l'eau, et vous vous sentez tout-à-coup léger et flottant, presque comme en rêve. Après un moment pour s'y reconnaître dans ce nouvel élément, lorsque l'on n'en a pas encore l'habitude, il faut même songer à ne pas devenir trop léger et par quelques bons coups de tête sur le piston de la soupape modérer le volume et la poussée ascensionnelle de votre individu qui gonfle à faire plaisir si le ressort de la soupape n'est pas exactement réglé pour la profondeur à laquelle vous trouvez.

Quelques évacuations d'air vous ont bientôt rendu de votre gravité, et vous pouvez songer à vous orienter.

Veut-on se relever, appuyez avec le doigt sur la tige extérieure de la soupape ; tout se ferme et vous remontez comme un ludion.

Sitôt à l'eau, le plus simple est de se mettre de suite à quatre pattes et de naviguer dans la vase le mieux possible vers l'endroit à atteindre sans trop s'inquiéter s'il y fait propre ou non. En simple

visiteur, une paire de gants n'est pas de luxe pour s'épargner le contact immédiat des saletés, morceaux de verre ou autres impedi-
menta que l'on peut rencontrer en tâtonnant.

Comme nous le disions tout-à-l'heure en effet, contrairement à l'idée généralement répandue, sauf dans les eaux très limpides et calmes, on ne voit guère clair dans l'eau pour le travail enscaphandre, et presque tout doit se faire et se reconnaître par le simple toucher des doigts.

Ce n'est pas la nuit noire, ni même l'obscurité, mais un demi jour de couleur verte, même dans l'eau de cette bonne Basse-Deule à laquelle je ne soupçonnais pas ces teintes, demi jour très appréciable mais où la vue n'a aucune puissance de pénétration. En mettant la main à 15 centimètres de la glace, vous voyez très distinctement vos doigts. Eloignez-les à 30 centimètres, vous ne les voyez pas plus que si vous aviez le bras baissé. C'est vous dire que cette lueur qui vous environne est ici bien insuffisante pour guider votre travail même en se baissant le nez dessus ; aussi me fallut-il y renoncer bien vite pour faire comme les autres, et mettre mes yeux au bout de mes doigts. Dans cette eau verte, ce que vous voyez le mieux devant votre glace, ce sont les montées intermittentes de boue noire que soulèvent vos genoux et vos mains, et qui remplacent pour le moment les poissons absents, que l'on distinguerait certainement s'ils passaient à 40 centimètres de la glace, entre votre œil et le jour.

Je n'ai pas eu l'occasion d'employer de lampe à huile ni de lampe électrique ce qui doit être assez pratique ; mais au dire des scaphandriers, ces lampes mêmes doivent déjà atteindre une grande puissance pour servir utilement. Celle que s'était procurée l'ingénieur du port de Dunkerque, éclairait bien un peu, mais disaient-ils, à la façon d'une allumette qui dans l'obscurité ne présenterait plus que quelques points en ignition, c'est-à-dire d'une façon tout à fait insuffisante. Les grands types de lampes sous marines y arrivent cependant.

Si l'on ne voit pas, on n'entend guère plus et vous ne percevez aucun son, fit-on du bruit près de vous. Vous éprouvez un sentiment de calme qui n'a rien de désagréable joint à une sensation de fraîcheur bien appréciée en ce moment; l'hiver, celle-ci doit être moins recherchée. Les mains surtout souffrent beaucoup alors, même à 4° point minimum, et il devient difficile de rester plus d'une 1/2 heure sous l'eau, tandis qu'en été un séjour de 3 et 4 heures dans l'eau se supporte facilement.

Quant à la respiration elle se fait très facilement, même à 20 mètres de profondeur paraît-il, ce que je n'ai pu vérifier. Avec la pompe décrite ci-dessus, l'arrivée d'air est parfaitement régulière et vous ne vous apercevez d'aucun courant. Il est toujours bon pour que le vêtement ne se plaque pas sur votre corps, que la soupape soit réglée comme tension de son ressort à boudin, de façon à vous conserver un *léger excès d'air* aidant votre marche et toujours facile à évacuer d'un coup de tête sur le bouton de la soupape. Certaines personnes ne supportent cependant pas cet air comprimé et comme nous le dirons plus loin, le sang leur sort facilement par les oreilles au bout de quelques minutes, à grande profondeur surtout, cela se comprend; — aussi est-il bon d'essayer la compression avant de descendre. — Pour mon compte, je n'ai ressenti aucune gêne ni bourdonnements d'oreilles, sauf à la remontée où pendant quelques heures il s'y faisait un grouillement surtout en mangeant.

Les plus à plaindre sont les mains, qui longtemps mouillées se ramollissent et s'écorchent au moindre accrocs surtout lorsque l'on travaille à la scie, à la pioche ou au marteau, dans ce milieu peu éclairé. Les ongles s'usent assez fort aussi par les frottements, et protègent alors fort mal les extrémités des doigts chargés de vous guider et de vous renseigner.

Comme nous l'avons dit plus haut les communications avec la surface se font par tuyaux acoustiques ou signaux donnés sur la corde et sur le tuyau d'air. Des coups brefs ou allongés en nombre

convenus permettent de transmettre divers commandements dont je ne citerai que quelques-uns :

Coups secs sur la corde . . .	4	— c'est bien.
— . . .	2	— monter.
— . . .	3	— descendre.
Coups allongés sur la corde. .	2	— pomper plus vite.
— . . .	3	— pomper moins fort.
5 ou 6 coups sur le tuyau d'air.		— alarme, remonter l'homme coûte que coûte.

IV.

ACCIDENTS.

IV. Parfois en effet des accidents surviennent, rares heureusement mais terribles quelquefois.

Un des plus fréquents consiste dans la chute de la glace mobile du casque, soit qu'elle ait été mal vissée à la descente, soit que le pas de vis usé par les incessantes mises en place soit venu à lâcher.

La pompe à air peut venir à se déranger sans que l'on s'en soit aperçu, laissant le plongeur mal alimenté. Une autre fois le canot portant la pompe commençait à couler à fond et le scaphandrier se trouvait plus ou moins oublié dans le sauve qui peut, malgré le calme habituel de ces gens là.

A une autre occasion, pendant la réparation d'un sas d'écluse, par suite d'une fausse manœuvre on commença à fermer celle-ci et le plongeur eut la tête ou plutôt le casque écrasé entre les deux portes, ce qui lui valut une année de convalescence.

Bien d'autres cas pourraient être cités, mais ce sont là des accidents tout fortuits. Il en est d'un autre ordre tout aussi sérieux, auxquels on se trouve exposé d'une façon plus continue dans les travaux à grande profondeur, à savoir la trop brusque décompression.

Voici d'ailleurs ce que nous enseigne la médecine sur ce sujet :

Lorsque le plongeur est à une profondeur assez grande où il supporte une pression de 3 ou 4 atmosphères, s'il reçoit bien l'air sous pression égale, il n'éprouve que peu le besoin de respirer, la quantité d'oxygène en contact avec son poumon étant à volume d'air égal, supérieure à la normale ; le système nerveux servant de régulateur ralentit ses mouvements respiratoires.

Par contre, au moment de la remontée la respiration s'accélère beaucoup.

Le pouls de même, ralenti et affaibli au fond, s'accélère en remontant et passe de 70 à 100 pulsations. Pendant la compression le sang dissout de l'azote et de l'oxygène en excès, ce qui peut être une première cause d'accident par *hyperoxygénation*.

Mais ce qui est toujours beaucoup plus dangereux, c'est ce qui se passe par la décompression trop brusque. Alors le sang qui renferme plus de gaz qu'il n'en peut dissoudre à la pression normale, laisse échapper ces gaz qui produisent des ruptures de vaisseaux capillaires, surtout des moins bien protégés, comme ceux de la muqueuse du nez et des oreilles, et déterminent des hémorragies nasales et auriculaires.

Si ces gaz, qui se répandent partout, atteignent la moelle épinière ils y causent des désordres importants : douleurs musculaires, douleurs d'oreilles, troubles gastriques, congestions cérébrales et pulmonaires, paralysie des membres inférieurs, ventre, vessie, rectum.

Pour éviter ces ennuis les principales précautions à prendre sont : Choix de plongeurs âgés de 20 à 30 ans, exempts de toute affection pulmonaire, sobres et de sang froid.

Éducation de sa respiration, descente pas trop rapide, compression lente, durée raisonnable du travail 1 h. 1/2 à 25 mètres — 1/2 d'h à 40 mètres.

Enfin remontée et décompression lente.

Si malgré ces précautions un accident survient, des frictions

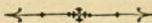
sèches, la chaleur, des inhalations d'oxygène pur et ce qui a de mieux *récompression immédiate* avec *décompression très lente* ensuite, tels sont les mesures à conseiller.

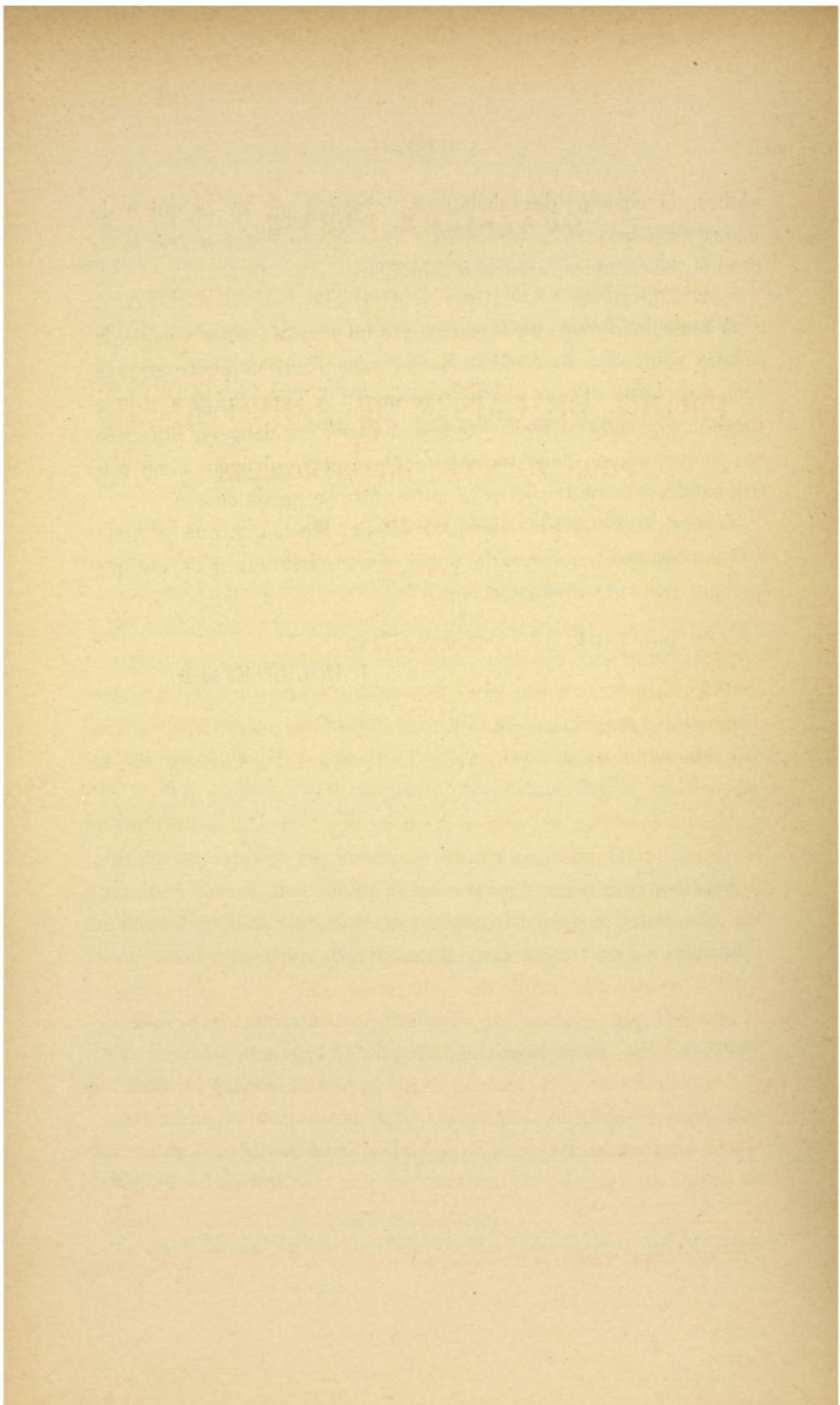
A toute *médaille*, on le sait, il y a un *revers* ; nous venons de le faire voir pour les scaphandriers ; mais l'accoutumance arrange bien des choses et ceux que nous avons vu à l'œuvre, gros et gras inspiraient grande confiance. Si leur métier a ses dangers, il a aussi ses compensations dans un salaire élevé et le plongeur aime son scaphandre comme le porion sa mine, fût-elle grisouteuse.

Tels est le résumé des quelques détails, Messieurs, que je pensais exposer aux membres de notre société, heureux s'ils ont pu quelque peu vous intéresser.

29 juin 1894.

J. HOCHSTETTER.





QUATRIÈME PARTIE.

MÉMOIRES COURONNÉS PAR LA SOCIÉTÉ.

PROJET DE CAISSE DE PRÉVOYANCE POUR SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Par M. J. HENRIVAUX.

PRÉFACE.

Préoccupé depuis plusieurs années de la nécessité de modifier certains règlements concernant les caisses de retraites ouvrières, j'ai fait intervenir, dans ce projet, les Compagnies d'assurances sur la vie.

Ce qui constitue le principe de mon projet, c'est l'entente, entre le patron et l'ouvrier ; c'est la commune origine des versements nécessaires pour assurer les retraites : retenue sur le salaire du travailleur, prime payée par le patron ; c'est en outre l'intervention des Compagnies d'assurances pour la création de rentes viagères et d'un capital payable à la famille de l'ouvrier décédé.

Désirant que ce projet reçoive une sanction, je l'ai soumis en 1890, à la Société industrielle du Nord de la France, à Lille.

Les commissaires (1) qui jugèrent ce projet, auquel fut attribué une grande médaille de vermeil, me firent quelques objections ; objections judicieuses, mais très bienveillantes auxquelles je me fis un devoir de répondre en modifiant un peu mon travail.

(1) MM. Julien Thiriez et Scrive-Loyer, rapporteurs.

En corrigeant légèrement les chiffres des primes fixées dans mes tableaux j'obtins l'adhésion des Compagnies d'assurances sur la vie : *La Nationale, la Générale, l'Union, le Phœnix, l'Urbaine*, etc.

Mon étude diffère d'autres projets, présentés récemment, par un point important. Je n'accorde à l'ouvrier le bénéfice des versements du patron que sous certaines conditions déterminées, ce qui aura pour effet d'assurer la stabilité du personnel; j'ai, en outre, l'avantage de ne pas occasionner de charges à l'État.

St-Gobain, Novembre 1891.

EXPOSÉ.

Diverses Compagnies industrielles ou commerciales se sont préoccupées d'assurer l'avenir de leurs employés en créant à leur profit des caisses de prévoyance.

Ces caisses de prévoyance sont alimentées les unes exclusivement par une subvention annuelle de la Compagnie industrielle, les autres à la fois par une subvention administrative et par une retenue volontaire ou obligatoire sur les appointements des employés.

Les fonds de ces caisses de prévoyance sont employés en placements à intérêts composés ou versés à la caisse des retraites pour la vieillesse.

On parvient ainsi à donner à chaque employé participant, après un certain nombre d'années de service, 25 ou 30 ans, ou à un âge déterminé (65 ans, par exemple), un capital ou une rente viagère ; mais on ne pourvoit ainsi qu'à l'avenir de l'individu.

En cas de décès d'un employé, on ne dispose d'aucune ressource certaine et régulière pour la famille qu'il laisse après lui.

L'assurance sur la vie permet de tirer un bien meilleur parti des sacrifices combinés d'une administration et de son personnel, en créant immédiatement un patrimoine pour la famille, en même temps que des capitaux et des rentes viagères pour l'employé lui-même à l'époque de la retraite.

C'est dans cet ordre d'idées que nous nous plaçons pour étudier, au point de vue d'un établissement industriel, les bases d'une caisse de prévoyance perfectionnée, en admettant que MM. les Industriels, voulant encourager l'esprit d'économie et de prévoyance dans leur personnel, accordent à tout employé qui s'imposera une retenue

mensuelle de 3 ou 4 p. % sur ses appointements fixes, une subvention équivalente.

La combinaison qui comprend à la fois la retenue sur le salaire de l'ouvrier et une subvention de la Société qui l'occupe est évidemment celle qui est la plus désirable et qui peut donner les résultats les plus complets, tant au point de vue de la ressource à créer que de la communauté d'intérêts qu'elle établit entre le patron et l'ouvrier.

Le Gouvernement soucieux d'assurer le bien-être et l'avenir de l'ouvrier a déposé un projet en ce sens ; ce projet a, à notre avis, l'inconvénient d'attribuer immédiatement à l'ouvrier la propriété de la subvention patronale.

Notre projet réserve, au contraire, jusqu'au moment de la retraite le bénéfice de cette subvention et le supprime en cas de renvoi ou de départ volontaire.

Nous appelons tout particulièrement l'attention de MM. les Industriels sur les avantages qui résultent de cette donation conditionnelle ou suspensive pour établir entre eux et leur personnel une sorte de garantie et d'attachement mutuels.

Les règlements de la Caisse des retraites de l'État ne reconnaissent que le titulaire du livret individuel et n'admettent pas l'ingérence du donateur, même lorsque c'est lui qui fait les versements.

Le choix d'une Société d'assurances particulière nous paraît préférable, en raison de la facilité plus grande qu'aura le patron d'établir les bases du règlement relatif aux déchéances, déchéances amenées par la destitution ou le départ d'un agent, comme on le verra plus loin.

Notre projet consiste donc essentiellement dans la combinaison de deux assurances simultanées et pour ainsi dire parallèles : *l'une*, alimentée au moyen de retenues sur les salaires de l'assuré et destinée à lui procurer à lui-même, soit une rente viagère, soit un pécule lorsqu'il ne sera plus en état de travailler ; *la seconde*, constituée à l'aide de versements effectués par la Société industrielle et

ayant pour objet soit d'augmenter la rente ou le pécule de l'assuré, soit de pourvoir à l'existence de sa femme ou de ses enfants lors de son décès ou de sa mise à la retraite.

L'assuré est immédiatement propriétaire des contrats constitués par ses retenues de salaire ; c'est seulement de la seconde assurance provenant des versements du patron qu'il pourra être déchu en cas de renvoi ou de départ volontaire et dans des conditions prévues par un règlement.

Diverses combinaisons se prêtent à l'application de ce projet.

Les assurances sur la vie présentent deux genres d'opérations dont la combinaison répond au double but qu'il s'agit d'atteindre.

1° *Les assurances en cas de décès* qui garantissent des capitaux payables à la mort de l'assuré, servent à constituer le patrimoine, c'est-à-dire une provision pour la famille.

2° *Les assurances en cas de vie* qui garantissent des capitaux de rentes viagères, payables du vivant de l'assuré, servent à constituer une provision pour ses vieux jours.

Ces deux modes d'assurances permettent de résoudre la question pour les deux principales catégories, dans lesquelles peut être divisé le personnel, les employés mariés et les célibataires. Mais le contrat d'assurance, en cas de décès, exigeant comme condition essentielle, un certificat de bonne santé dont il n'est permis à aucune Compagnie de se passer, il est nécessaire de considérer une troisième catégorie : les employés non assurables.

Examinons successivement les combinaisons qui peuvent, à mon avis, convenir le mieux à chacune de ces catégories.

1° Employés mariés.

Le caractère même de l'assurance en cas de décès est de transformer le revenu viager représenté par la prime annuelle en un

capital hors de proportion avec cette prime et de créer instantanément, c'est-à-dire sans le secours du temps, un patrimoine immédiatement réalisable au profit de la famille au décès de l'assuré, quelle qu'en soit l'époque, ce décès eut-il lieu immédiatement après le paiement de la première prime.

De toutes les combinaisons d'assurances, celle qui s'applique le mieux à la situation de l'employé marié, c'est l'assurance à participation escomptée à forfait.

Cette combinaison, non seulement garantit un capital payable au lendemain du décès, mais en outre, comme son nom l'indique, elle garantit à forfait les résultats de la participation aux bénéfices en limitant le nombre et la durée des versements sans en augmenter la valeur, l'extinction du paiement de la prime coïncide avec le terme ordinaire du travail producteur de l'employé.

Chaque prime versée assure sa quote-part du capital garanti par la police et donne droit à une police libérée d'une valeur parfaitement déterminée, indépendante du paiement des primes subséquentes, et, par suite, à l'abri de toute déchéance, dont l'employé pourra, suivant les circonstances, disposer soit à titre gratuit, soit à titre onéreux.

En outre, l'assuré pouvant, après trois primes payées, emprunter sur son contrat, il en résulte qu'en cas de chômage, de gêne ou de maladie, ce contrat s'alimente pour ainsi dire de lui-même en permettant à l'assuré un emprunt qui assure le paiement d'une ou de plusieurs primes subséquentes.

L'assurance en cas de décès quel que soit d'ailleurs le mode adopté, n'ayant pas pour but de procurer à l'employé même des ressources dont il doit jouir de son vivant, il conviendra d'admettre à sa volonté que tout ou partie de la retenue qu'il s'est imposée, ainsi que la subvention administrative, pourra être affectée à une assurance en cas de vie pour lui constituer, à un âge déterminé, soit un capital, soit une rente viagère.

Dans cet ordre d'idées, les retenues volontaires et la subvention

de l'administration seront consacrées respectivement à deux polices d'assurances tout à fait distinctes, mais reposant toutes deux sur la tête de l'employé.

La première provenant de ses deniers sera sa propriété personnelle, la seconde étant acquise des deniers de l'administration assurant ses ouvriers, l'établissement en conservera la disposition jusqu'au jour où la propriété reviendra à l'employé suivant les termes d'un règlement à établir.

Chacune de ces polices pourra être, soit une assurance à participation à forfait, soit une assurance de rentes ou de capitaux différés, soit une combinaison de ces deux opérations (assurance mixte), mais l'une d'elles devra dans tous les cas garantir un capital à la famille en cas de décès de l'employé.

2° Employés célibataires.

L'assurance en cas de décès convient encore aux employés célibataires et pourra être choisie par eux s'ils n'ont pas renoncé au mariage ou s'ils ont une famille à soutenir.

Dans ce cas, ils pourront souscrire un contrat d'assurance de la nature de celui dont nous venons de parler ou une assurance mixte.

Si, au contraire, l'employé célibataire a atteint un certain âge (40 ans, par exemple), s'il a renoncé à se marier ou s'il n'a point de famille dont il doive assurer l'avenir, il aura recours soit à une assurance de capitaux différés, soit à une assurance de rente viagère différée. La retenue qu'il s'impose pourra être affectée à la souscription d'un de ces deux contrats.

Dans ce cas on pourrait pratiquer une police toute spéciale à laquelle on donnerait le nom de Rente viagère en compte-courant. Cette combinaison fort avantageuse permet à l'employé de reculer ou d'anticiper à sa volonté, tous les 3 ans, par exemple, l'entrée en jouissance de sa rente viagère, de manière à en profiter à l'âge qui

lui conviendra et en bénéficiant exactement du même taux que s'il avait indiqué cet âge au moment de la signature de son contrat.

La subvention de l'administration sera consacrée soit à un contrat de même nature, soit à une assurance mixte, soit, si l'assuré est jeune, à une assurance vie entière à participation escomptée à forfait que l'employé pourra racheter et toucher en argent comptant ou en rente viagère, à son choix, s'il est encore célibataire au moment de prendre sa retraite.

La distinction entre les deux polices provenant des deniers de l'employé et de ceux de l'administration, étant identique à celle qui a été expliquée précédemment, les droits de chacune des parties s'établiront de la même manière.

3° Employés non assurables.

Dans cette catégorie d'employés, le meilleur moyen d'utiliser leurs retenues doublées par les subventions administratives, nous paraît être de les placer à intérêts composés dans une caisse de prévoyance qui serait gérée par les soins de l'administration ou par une Compagnie d'assurance à des taux d'intérêts variables avec le cours de la rente et dans les conditions qui seraient fixées par un règlement spécial.

Les droits de chacun pourraient être constatés sur un livret individuel. La moitié du montant du livret appartiendrait en propre à l'employé, l'autre moitié provenant des deniers de l'administration lui serait acquise dans les conditions déterminées par le règlement dont il vient d'être question. Ajoutons qu'en dehors de cette caisse, il restera toujours à ces employés la ressource de souscrire un contrat d'assurance en cas de vie (capital différé ou rente viagère différée en compte courant).

Nous résumerons les considérations précédentes dans le projet sommaire des caisses de prévoyance qui suit :

PROJET DES CAISSES DE PRÉVOYANCE.

MM. X... voulant encourager parmi leurs employés et ouvriers les idées d'économie et de prévoyance tout en laissant à chacun d'eux l'initiative de ses actes, accordent une subvention de 3 à 5 % du traitement fixe à tout employé ou ouvrier qui s'imposera volontairement une retenue d'égale valeur sur ses appointements, sous la condition qu'il sera fait usage de la retenue et de la subvention conformément aux dispositions du règlement qui suit :

ARTICLE 1^{er}. — Il est créé à l'usine de... une caisse de prévoyance pour ouvrir, en faveur des employés et ouvriers, des livrets individuels.

ARTICLE 2. — La caisse de prévoyance est placée sous le contrôle d'un conseil de surveillance, composé d'agents désignés par le propriétaire ou directeur de l'usine, ou encore de titulaires de livrets, nommés ou élus spécialement à cet effet.

ARTICLE 3. — Un livret individuel sera ouvert d'office à chacun des employés ou ouvriers entrés à l'usine postérieurement à la date du présent règlement.

A ce livret seront portées à titre obligatoire :

1^o Une retenue mensuelle de 3 à 5 % sur le traitement fixe de l'agent ;

2^o Une somme égale versée à titre de subvention par l'usine ;

3^o Dans une colonne spéciale, la part proportionnelle revenant à l'employé du produit des déchéances encourues au profit de la caisse de prévoyance, en vertu de l'article N^o 7 du présent règlement.

ARTICLE 4. — Un intérêt de 4 %, capitalisé tous les ans au 31 décembre, est bénéficié aux comptes individuels au fur et à mesure des inscriptions qui y sont faites.

ARTICLE 5. — Le montant des retenues capitalisées opérées sur le traitement est définitivement acquis au titulaire.

ARTICLE 6. — Le montant des subventions allouées par l'usine ne sera versé au profit du titulaire qu'après l'accomplissement de la deuxième année de service. Jusque-là elles ne figureront au livret que comme compte d'ordre.

ARTICLE 7. — En cas de départ volontaire ou de renvoi du titulaire avant l'expiration de la deuxième année de service, le montant des subventions rentre à la masse de la Caisse de prévoyance et est réparti sur tous les livrets à la fin de chaque année.

ARTICLE 8. — Les sommes portées au livret seront consacrées chaque année au paiement de primes d'assurances sur la vie contractées avec une Compagnie d'assurances.

ARTICLE 9. — Les sommes provenant des retenues donneront lieu à une police qui sera la propriété personnelle de l'ouvrier et le mode de contrat sera naturellement à son choix.

ARTICLE 10. — Les sommes provenant des subventions de l'usine seront affectées, au bout de la deuxième année de dépôt sur le livret de la Caisse de prévoyance, à la création d'une police d'assurances à participation garantie à forfait dont le propriétaire ou directeur de l'usine sera le contractant et dont l'attribution bénéficiaire sera faite en principe à la famille de l'ouvrier, si l'agent est marié.

Si l'agent est célibataire, ce sera, à son gré, soit une police de même nature, soit une assurance mixte, soit encore une assurance de capitaux différés ou de rente viagère en compte-courant.

ARTICLE 11. — La propriété pleine et entière de cette dernière police ne sera assurée à l'agent qu'au moment de la retraite, c'est-à-dire s'il est encore au service de l'usine ou du patron.

(Dans ce but, les bénéficiaires de l'assurance seront institués *sous condition seulement*, en ces termes : « A la condition que l'assuré soit encore employé par la Société ou le propriétaire de l'usine lors de son décès ou à l'échéance du contrat. »

La condition pouvant d'ailleurs être supprimée par avenant lorsque l'agent prendra définitivement sa retraite.

Lorsque la déchéance sera encourue, la Société laissera réduire le contrat ou le rachètera si c'est une police « cas de décès ». Le rachat aura, en effet, l'avantage de liquider la situation tandis que la réduction exposerait dans bien des cas à de graves difficultés pour justifier du décès de l'ouvrier disparu après son renvoi. La réduction sera toutefois préférable dans le cas où la déchéance ne paraîtrait pas devoir être définitive.

Les contrats « cas de vie » n'étant pas rachetables, pour éviter les difficultés pouvant résulter de la disparition de l'assuré, lors de l'échéance, la Société n'établira ce genre de police constitué à l'aide de ses versements que pour une échéance identique à celle du contrat stipulé pour l'ouvrier pour son propre compte. Elle sera ainsi plus facilement à même de justifier de l'existence de l'assuré au terme fixé.

Même après la réduction, les bénéficiaires pourront toujours être modifiés par la Société au moyen d'avenants, avec le concours de l'assuré pour les cas de décès.)

ARTICLE 42. — Les fonds appartenant aux agents non assurables seront versés à la Compagnie d'assurances qui les fera valoir à intérêts composés et les rentes à en provenir seront déclarées incessibles et insaisissables comme rentes alimentaires.

ARTICLE 43. — L'agent congédié, destitué ou quittant volontairement l'usine perdra tout droit à la police d'assurances provenant des subventions de l'usine.

N. B. — Les articles du projet de règlement qui précède sont essentiellement modifiables selon les circonstances et les conditions particulières de chaque usine. C'est, en un mot, une donnée dont les termes peuvent varier autant qu'on le voudra dans la forme et dans le fond.

TABLEAU N° 1.

Assurance vie entière. — Participation à forfait.

(C'est-à-dire sans participation.)

*Sommes assurées au décès par une prime annuelle temporaire de 11 f. 80,
ou de 12 fr. payables à raison de 1 fr. par mois.*

AGE de L'ASSURÉ.	DURÉE DU PAIEMENT DES PRIMES SAUF DÉCÈS	TAUX de la prime temporaire.		CAPITAL ASSURÉ.		CAPITAL RÉDUIT après 10 primes temporaires payées.	
		fr.	c.	fr.	c.	fr.	c.
21 ans.	30 ans.	2	06	572	82	175	51
24 —	29 —	2	21	533	94	168	61
27 —	28 —	2	38	495	80	161	52
30 —	27 —	2	55	462	75	157	84
33 —	26 —	2	75	429	09	153	39
36 —	25 —	2	97	397	31	149	41
39 —	24 —	3	23	365	33	143	94
42 —	23 —	3	53	334	28	137	94
45 —	22 —	3	89	303	34	130	57
48 —	21 —	4	31	273	78	122	50
51 —	20 —	4	80	245	83	114	43
54 —	19 —	5	39	218	92	105	68
57 —	18 —	6	08	194	08	97	20
60 —	17 —	6	91	170	77	88	77

TABLEAU N° 2.

Assurance de capital différé.

Sommes assurées en cas de vie par une prime annuelle de 11 fr. 583 payable annuellement ou 12 fr. payables à raison de 1 fr. par mois.

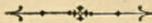
AGE de L'ASSURÉ.	DURÉE DU DIFFÉRÉ.									
	5 ANS.		10 ANS.		15 ANS.		20 ANS.		25 ANS.	
	fr.	c.	fr.	c.	fr.	c.	fr.	c.	fr.	c.
21 ans.	67	34	153	82	265	67	409	29	594	»
25 —	67	42	154	23	265	67	409	29	600	16
30 —	67	58	154	23	265	67	413	68	606	44
35 —	67	46	154	23	268	12	418	16	626	11
40 —	67	50	155	69	271	26	430	59	»	»
45 —	67	98	156	95	277	77	»	»	»	»
50 —	68	22	159	77	»	»	»	»	»	»

TABLEAU N° 3.

Assurance de rentes viagères différées.

*Rentes assurées par une prime annuelle de 11 fr. 583
payable annuellement ou 12 fr. payables à raison de 1 fr. par mois.*

AGE de L'ASSURÉ.	DURÉE DU DIFFÉRÉ									
	10 ANS.		15 ANS.		20 ANS.		25 ANS.		30 ANS.	
	fr.	c.	fr.	c.	fr.	c.	fr.	c.	fr.	c.
21 ans.	8	84	15	82	25	60	39	76	61	03
25 —	9	12	16	46	27	02	42	76	67	30
30 —	9	55	17	56	29	48	48	08	79	12
35 —	10	18	19	14	33	11	56	42	96	04
40 —	11	11	21	48	38	79	68	30	»	
45 —	12	42	25	07	46	72	»		»	
50 —	14	42	29	97	»		»		»	



CINQUIÈME PARTIE.

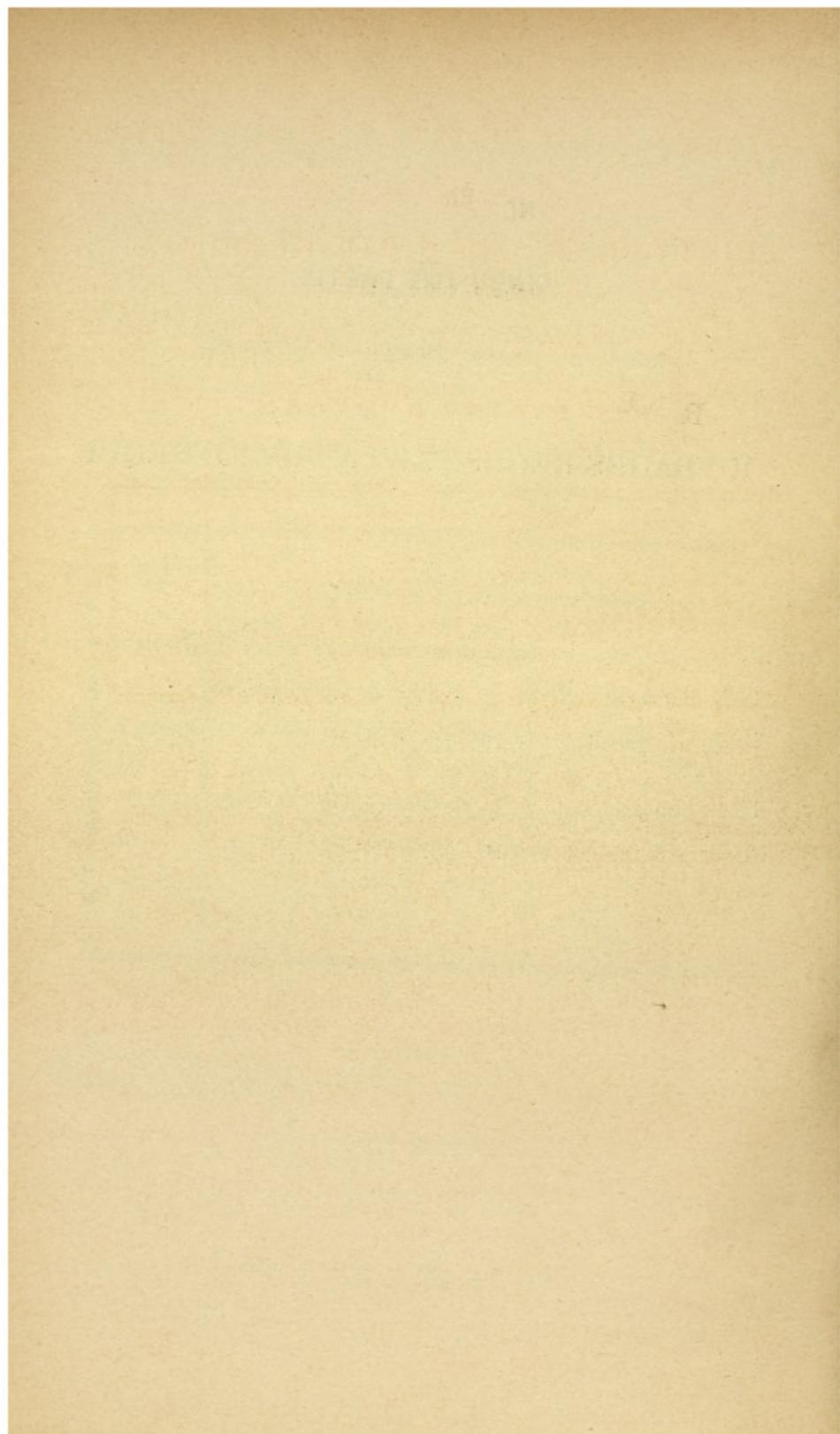
OUVRAGES REÇUS PAR LA BIBLIOTHÈQUE

De M. le PRÉFET DU NORD. — Rapport du Conseil général.

De M. Ch. HELSON. — Le tarif général des douanes et les minerais de fer français.

De M. Santagelo Spoto. — Le paysan agriculteur de Torrenuggiore.

De M. WITZ. — La Machine à vapeur.



SUPPLÉMENT A LA LISTE GÉNÉRALE
DES SOCIÉTAIRES.

SOCIÉTAIRE NOUVEAU

Admis pendant le mois de Juillet.

Nos d'ins- cription.	MEMBRES ORDINAIRES.			COMITÉ
	Nom.	Profession.	Résidence.	
642	Paul SCHNEIDER.....	Président des mi- nes de Douchy...	Douchy.	G. C.

La Société n'est pas solidaire des opinions émises par ses Membres dans les discussions, ni responsable des Notes ou Mémoires publiés dans le Bulletin.
