

SOMMAIRE DU BULLETIN N° 81.

1 ^{re} PARTIE. — TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ :		PAGES
Assemblées générales mensuelles.....		259
2 ^e PARTIE — TRAVAUX DES COMITÉS (<i>résumé des procès-verbaux des séances</i>):		
Comité du Génie civil, des Arts mécaniques et de la Construction..		275
— de la Filature et du Tissage.....		280
— des Arts chimiques et agronomiques.		282
— du Commerce, de la Banque et de l'Utilité publique.....		286
3 ^e PARTIE. — TRAVAUX ET MÉMOIRES PRÉSENTÉS A LA SOCIÉTÉ :		
A. — <i>Analyses.</i>		
M. ANGE DESCAMPS. — Les conditions du travail en Italie et les Caisses d'Épargne		262
M. LESCŒUR. — Purification du zinc du commerce.....		262
M. A. WITZ. — Chaudière ou gazogène.....		263-276
M. SCHMITT. — Un kermès d'arsenic.....		267
M. DUBREUCQ. — La pomme de terre industrielle.....		267-283
M. ANGE DESCAMPS. — L'hygiène de la désinfection à Lille....		268-272
M. LESCŒUR. — Sur la purification de l'acide chlorhydrique du commerce.....		273-285
M. PAUL SÉE. — Nouveau matériel électrique américain .. .		274-278
M. ARQUEMBOURG. — Manœuvre des courroies.....		278
M. G. PORION. — Alimentation automatique pour chaudières.		263-276-289
MM. A. et P. BUISINE. — Essai d'épuration des eaux d'égout de la ville de Paris, par le sulfate ferrique		285-297
M. A. WITZ. — Du rôle et de l'efficacité des enveloppes de vapeur dans les machines Compound		317
4 ^e PARTIE : PROGRAMME DU CONCOURS DE 1893.....		357
5 ^e PARTIE : DOCUMENTS DIVERS.		
Ouvrages reçus par la bibliothèque.....		375
Supplément à la Liste générale des Sociétaires.....		377

SOMMAIRE DU BULLETIN N° 81

1-1	1-1	1-1	1-1
1-2	1-2	1-2	1-2
1-3	1-3	1-3	1-3
1-4	1-4	1-4	1-4
1-5	1-5	1-5	1-5
1-6	1-6	1-6	1-6
1-7	1-7	1-7	1-7
1-8	1-8	1-8	1-8
1-9	1-9	1-9	1-9
1-10	1-10	1-10	1-10
1-11	1-11	1-11	1-11
1-12	1-12	1-12	1-12
1-13	1-13	1-13	1-13
1-14	1-14	1-14	1-14
1-15	1-15	1-15	1-15
1-16	1-16	1-16	1-16
1-17	1-17	1-17	1-17
1-18	1-18	1-18	1-18
1-19	1-19	1-19	1-19
1-20	1-20	1-20	1-20
1-21	1-21	1-21	1-21
1-22	1-22	1-22	1-22
1-23	1-23	1-23	1-23
1-24	1-24	1-24	1-24
1-25	1-25	1-25	1-25
1-26	1-26	1-26	1-26
1-27	1-27	1-27	1-27
1-28	1-28	1-28	1-28
1-29	1-29	1-29	1-29
1-30	1-30	1-30	1-30
1-31	1-31	1-31	1-31
1-32	1-32	1-32	1-32
1-33	1-33	1-33	1-33
1-34	1-34	1-34	1-34
1-35	1-35	1-35	1-35
1-36	1-36	1-36	1-36
1-37	1-37	1-37	1-37
1-38	1-38	1-38	1-38
1-39	1-39	1-39	1-39
1-40	1-40	1-40	1-40
1-41	1-41	1-41	1-41
1-42	1-42	1-42	1-42
1-43	1-43	1-43	1-43
1-44	1-44	1-44	1-44
1-45	1-45	1-45	1-45
1-46	1-46	1-46	1-46
1-47	1-47	1-47	1-47
1-48	1-48	1-48	1-48
1-49	1-49	1-49	1-49
1-50	1-50	1-50	1-50
1-51	1-51	1-51	1-51
1-52	1-52	1-52	1-52
1-53	1-53	1-53	1-53
1-54	1-54	1-54	1-54
1-55	1-55	1-55	1-55
1-56	1-56	1-56	1-56
1-57	1-57	1-57	1-57
1-58	1-58	1-58	1-58
1-59	1-59	1-59	1-59
1-60	1-60	1-60	1-60
1-61	1-61	1-61	1-61
1-62	1-62	1-62	1-62
1-63	1-63	1-63	1-63
1-64	1-64	1-64	1-64
1-65	1-65	1-65	1-65
1-66	1-66	1-66	1-66
1-67	1-67	1-67	1-67
1-68	1-68	1-68	1-68
1-69	1-69	1-69	1-69
1-70	1-70	1-70	1-70
1-71	1-71	1-71	1-71
1-72	1-72	1-72	1-72
1-73	1-73	1-73	1-73
1-74	1-74	1-74	1-74
1-75	1-75	1-75	1-75
1-76	1-76	1-76	1-76
1-77	1-77	1-77	1-77
1-78	1-78	1-78	1-78
1-79	1-79	1-79	1-79
1-80	1-80	1-80	1-80
1-81	1-81	1-81	1-81
1-82	1-82	1-82	1-82
1-83	1-83	1-83	1-83
1-84	1-84	1-84	1-84
1-85	1-85	1-85	1-85
1-86	1-86	1-86	1-86
1-87	1-87	1-87	1-87
1-88	1-88	1-88	1-88
1-89	1-89	1-89	1-89
1-90	1-90	1-90	1-90
1-91	1-91	1-91	1-91
1-92	1-92	1-92	1-92
1-93	1-93	1-93	1-93
1-94	1-94	1-94	1-94
1-95	1-95	1-95	1-95
1-96	1-96	1-96	1-96
1-97	1-97	1-97	1-97
1-98	1-98	1-98	1-98
1-99	1-99	1-99	1-99
1-100	1-100	1-100	1-100

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE

du Nord de la France

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

BULLETIN TRIMESTRIEL

N° 81.

—
20^e ANNÉE. — Quatrième Trimestre 1892
—

PREMIÈRE PARTIE

TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ.

Assemblée générale mensuelle du 31 Octobre 1892

Présidence de M. Ed. AGACHE, Président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté sans observation.

M. LE PRÉSIDENT ouvre la séance en annonçant que la décoration de l'hôtel est sur le point d'être terminée. Différents congrès tenus à la Société Industrielle, en juillet et août, ont retardé le commencement des travaux, mais finalement, le temps accordé au décorateur pour l'exécution n'aura pas été sensiblement dépassé.

M. LE PRÉSIDENT fait ensuite un rapide exposé de la situation actuelle de la Société ; il est heureux de constater que le nombre des nouveaux membres admis depuis la séance solennelle de janvier a dépassé cent.

Il espère que ce mouvement de progression ira en s'accroissant, et que tous les industriels et ingénieurs de la région tiendront à venir partager nos travaux.

Il fait remarquer encore que le siège de la Société Industrielle tend à devenir un centre d'activité intellectuelle important, par le groupement des différentes sociétés qui sont venues y tenir leurs réunions.

M. AGACHE termine en faisant appel au zèle de tous les membres pour concourir au but poursuivi par la Société, qui est d'encourager et de faire progresser l'industrie et le commerce non seulement par les travaux de chacun, mais encore par le patronage des institutions utiles au pays, et il profite de la présence de M. Gruson, ingénieur en chef des ponts et chaussées, récemment nommé directeur de l'Institut Industriel, pour l'assurer du concours moral de la Société dans la tâche qu'il a entreprise avec tant de distinction.

Correspondance.

Sur l'invitation de M. le Ministre du Commerce, le Conseil d'administration a décidé que nous prendrions part à l'Exposition de Chicago, dans le groupe de l'Économie sociale, et que nous exposerions nos Bulletins, nos discours et la notice sur l'organisation et les travaux de la Société.

Nous avons reçu, en outre, des lettres de différentes sociétés Industrielles d'Amérique, qui se mettent à la disposition de nos collègues qui se rendront à Chicago.

M. LE MINISTRE de l'Instruction publique nous informe que le congrès des sociétés savantes sera tenu cette année à Paris, pendant les vacances de Pâques, et invite nos membres à y assister.

En accusant réception de sa lettre à M. le Ministre de l'Instruction publique, nous lui avons rappelé la demande que nous lui avons faite, l'année dernière, au nom des sociétés industrielles de France, pour la création à ce congrès, d'une section des arts industriels.

M. LE PRÉSIDENT donne ensuite lecture d'une lettre de remerciements qui nous a été adressée par MM. les Présidents du V^e Congrès de Navigation intérieure, à la suite de la réunion qui a eu lieu dans notre hôtel, lors de leur passage à Lille.

Excursions.

M. LE PRÉSIDENT fait connaître à l'Assemblée, qu'après entente entre M. Bigo-Danel, vice-président, et M. Gustave Barrois-Brame, ce dernier nous a invités à visiter son importante sucrerie et ses intéressantes installations agricoles de Marquillies. M. Gustave Barrois a même insisté pour nous retenir à déjeuner après la visite.

L'excursion est fixée au jeudi 10 novembre. Une circulaire sera adressée à tous les membres, pour les informer des heures de départ et de retour.

La saison se trouvant trop avancée, l'excursion projetée pour les Fontinettes n'aura lieu qu'au printemps prochain.

Pli cacheté.

M. Paul KESTNER a déposé au Secrétariat un pli cacheté, qui a été enregistré sous le N^o 505 et qui sera conservé par la Société dans la forme prévue par le Règlement.

Inscriptions
dans
les cartouches.

M. LE PRÉSIDENT donne ensuite la liste des inscriptions qui figureront dans les cartouches de la grande salle; il fait remarquer que le Conseil s'est efforcé dans les inscriptions de la galerie, de rappeler les grandes industries du pays avec les noms de leurs créateurs. Sur la scène se trouveront les noms des grands savants Français et dans les arcs doubleaux ceux des philanthropes les plus en vue dans notre région.

M. Ange DESCAMPS a bien voulu, d'ailleurs, se charger de nous tracer pour notre Bulletin l'historique de chacune de ces inscriptions.

Bibliothèque.

M. LE PRÉSIDENT constate avec plaisir que la Bibliothèque s'enrichit tous les jours par les dons généreux qui lui sont faits; il rappelle que le salon de lecture reçoit actuellement plus de

120 publications et journaux qui sont tous les jours à la disposition des membres.

Communica-
tions.

—
M. Ange
DESCAMPS.

Les conditions
du
travail en Italie
et les caisses
d'épargne.

M. Ange DESCAMPS à l'occasion d'un voyage récent en Italie, donne lecture de documents divers sur les conditions du travail et les Caisses d'épargne de cette contrée.

Après avoir précisé les progrès accomplis depuis 1860-1870, date de la formation de ce Royaume, dans l'industrie, le commerce et l'agriculture, l'auteur examine la situation des patrons et des ouvriers, les lois qui régissent les Sociétés et la durée du labeur quotidien pour les femmes et les enfants. L'enseignement, les institutions coopératives et de crédit populaire forment des articles intéressants à connaître par le développement qu'ils ont acquis dans ces dernières années.

Il signale l'essor pris, au milieu des populations italiennes, par les Caisses d'Épargne, en comparaison avec les Caisses d'Épargne de la France. L'exposition détaillée des opérations de la Caisse de Bologne, dont le capital est utilisé par des Institutions diverses, (emploi non autorisé par la Loi Française), fournit un sujet d'études à nos économistes.

Les débats de nos Chambres législatives, en ce moment occupées à la discussion de cette question financière, donnent à son examen un caractère tout spécial d'actualité.

M. LESCOEUR.
Purification
du zinc
du commerce.

M. LESCOEUR a étudié la purification du zinc de commerce en vue de le rendre apte à la préparation du gaz hydrogène pur ou aux usages de la toxicologie. Le problème consiste à priver ce métal de toute trace d'arsenic, d'antimoine, de soufre et de phosphore.

M. LESCOEUR indique les divers procédés proposés par les auteurs et constate leur insuffisance. Il purifie le zinc par deux traitements. L'un, consistant en une oxydation partielle, enlève le soufre et le phosphore. — L'autre a pour but de le débarrasser de l'arsenic et de l'antimoine, et s'obtient en faisant

réagir sur le métal fondu un chlorure convenablement choisi. M. Lesœur propose l'emploi du chlorure de zinc, avec lequel il a obtenu d'excellents résultats.

M. PORION.
Alimentation
automatique
des chaudières
à vapeur.

L'alimentation est assurée par une pompe à vapeur Wor-
kinton, qui marche plus ou moins vite, suivant la quantité de
vapeur qu'elle reçoit de la chaudière par l'intermédiaire de
l'appareil automatique imaginé par M. Porion.

Cet appareil se compose d'un balancier reposant sur un
couteau et placé dans une boîte, au haut d'une conduite
verticale communiquant avec le dessus de la chaudière. L'une
des extrémités du balancier est reliée par une tige à un flotteur
qui se maintient toujours au niveau de l'eau, et l'autre extré-
mité porte une aiguille, sorte de petit cylindre, qui monte et
descend sous l'action du flotteur dans un entonnoir conique,
qui forme l'entrée de la conduite de vapeur allant à la pompe.
Le fond de l'entonnoir, ayant un diamètre égal ou très légèrement
supérieur à celui de l'aiguille, on conçoit que suivant la posi-
tion de celle-ci, la pompe marchera plus ou moins ou s'arrê-
tera, et que le niveau dans la chaudière pourra ainsi rester
constant. C'est, en effet, ce qui se réalise dans la pratique.
L'avantage de ce système est que toutes les pièces en mouve-
ment sont hors de l'eau.

M. PORION termine en invitant les membres de la Société à
venir voir l'appareil en marche dans son Usine à St-André.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Porion de son offre, d'autant
plus que les membres de la Société prendraient probablement
grand intérêt à visiter ses établissements en même temps.

M. A. WITZ.
Chaudière
ou gazogène.

M. WITZ se propose d'attirer l'attention de la Société Indus-
trielle sur les derniers et très remarquables progrès réalisés par
les moteurs à gaz ; ses collègues n'ont peut-être pas oublié les
essais qu'il a faits à Rouen, il y a deux ans, et dont il leur a
rendu compte ; un moteur de 100 chevaux consommait alors

600 grammes d'anthracite par cheval-heure effectif. Or, aujourd'hui ce résultat est obtenu en marche industrielle courante. Il ne s'agit plus d'alimenter les moteurs par du gaz de ville, mais on leur adjoint un gazogène, dont la conduite est facile et la production régulière et constante : ce gazogène remplace la chaudière à vapeur. C'est un gaz pauvre qu'on utilise, donnant environ 1500 calories par mètre cube à 0° et 760^m/m de pression ; le procédé est ancien, car il a déjà été indiqué par Thomas et Laurent, en France, et par Siemens, en Allemagne ; mais on fabrique les gaz pauvres, aujourd'hui, dans les appareils Dowson, Lencauchez, etc., dans des conditions parfaites, à un prix beaucoup plus bas. Le rendement des gazogènes s'élève à 80 %, alors que la meilleure des chaudières ne rend que 70 %. D'autre part, les moteurs à gaz font réaliser, dès maintenant, un bénéfice de 28 % sur la machine à vapeur la mieux construite ; il en résulte pour l'ensemble une économie considérable qui justifie les plus brillantes espérances. Il serait assurément téméraire de dire qu'il y ait lieu déjà de remplacer les chaudières par des gazogènes et les machines à vapeur par des moteurs à gaz ; il reste, en effet, quelques difficultés de détail à surmonter et la question n'est pas encore tout à fait mûre ; mais elle est à l'ordre du jour. Voici, du reste, des faits précis qui permettent d'apprécier nettement la situation. Des moteurs simples et des moteurs Crossley actionnent en France, en Angleterre et en Allemagne, plusieurs établissements considérables ; il faut citer pour le Simplex les moulins Barataud à Marseille, Grimaud à Coulanges près de Blois, Hurpeau à Sens, la filature Delamare à Fontaine-le-bourg, etc. ; pour le Crossley, la minoterie Roger à Marseille, la cordonnerie Nerson à Aubervilliers, l'établissement Mead et C^o à Chelséa, le Cambrian Mills à Newton (Montgomeryshire), etc. Des relevés industriels démontrent qu'avec moins de 600 grammes d'anthracite, on peut obtenir le cheval heure au frein ;

M. Crossley a obtenu le même résultat par 783 grammes de coke. La régularité est assez grande pour qu'un simplex soit employé à St-Geniès-le-Bas (Hérault) et un Crossley à Lormoy (Seine-et-Oise) pour mouvoir des dynamos. En un mot, le moteur à gaz et le gazogène gagnent du terrain et il est extrêmement intéressant de suivre leur marche progressive, parce qu'elle pourra les mener fort loin.

M. LE PRÉSIDENT remercie MM. Ange Descamps, Lescœur, Porion et Witz de leurs communications.

Assemblée générale mensuelle du 28 Novembre 1892.

Présidence de M. ÉM. BIGO, Vice-Président.

M. ÉM. BIGO ouvre la séance en annonçant que M. Ed. Agache, empêché au dernier moment d'assister à la séance par suite d'un deuil de famille, l'a prié de vouloir bien le remplacer.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté sans observation.

Excursion.

M. LE PRÉSIDENT rend compte de l'excursion que vient de faire la Société Industrielle à Marquillies, pour visiter l'importante sucrerie et l'exploitation agricole de M. Gustave Barrois-Brame.

Cet établissement modèle, qui réalise les derniers progrès de l'industrie sucrière, a vivement intéressé les membres de la Société. C'est ainsi que le transport des betteraves des tas au coupe-racines se fait par un système des plus ingénieux, le transport par eau, qui permet de supprimer le transport par wagnnets.

Le chenal dans lequel sont lancées les betteraves a une longueur de 300 mètres environ ; les racines, entraînées par

le courant, roulent entre deux eaux et arrivent à peu près débarrassées de terre à l'appareil laveur ; à noter également, la batterie droite de diffuseurs qui extrait d'une façon presque absolue le sucre contenu dans les cossettes.

Une culture modèle, dirigée par M. Barrois-Brame, produit une partie des matières premières nécessaires à l'établissement. Le rendement à l'hectare y est des plus élevés et la richesse saccharine très forte, grâce aux méthodes intensives de M. Georges Ville.

La fabrique de sucre de Marquillies est une des plus anciennes de la région, elle fut fondée en 1828 par l'aïeul de M. Barrois-Brame, M. Cogez, actuellement maire de la commune, et l'un des plus habiles fabricants de France.

M. Barrois-Brame avait retenu à déjeuner ses hôtes distingués. Au dessert, M. Edouard Agache, au nom de la Société Industrielle, a remercié M. Barrois de l'aimable accueil qu'il avait fait aux excursionnistes, et a porté un toast à M. Cogez, le doyen éminent des fabricants de sucre.

M. LE PRÉSIDENT propose de voter des remerciements à l'adresse de M. Barrois-Brame.

— Adopté à l'unanimité.

Correspondance

M. le Directeur du Conservatoire nous remercie de l'envoi de nos Bulletins.

M. Demartres, doyen de la Faculté des Sciences, nous annonce l'ouverture d'un cours public de mécanique chimique par M. Duhem, docteur ès-sciences.

Ce cours dont les premières leçons très savantes viennent d'être faites, sera suivi avec grand intérêt par les membres de la Société à qui les études mathématiques sont restées familières.

M. le Ministre du Commerce nous demande, comme tous les ans à la même époque, les pièces justificatives de l'emploi

de notre subvention. Dès que le budget aura été établi ces pièces seront envoyées à M. le Ministre du Commerce.

Jetons
de présence
et de lecture.

M. le Secrétaire-Général donne lecture de la liste des jetons de présence et de lecture acquis au premier octobre par les sociétaires. Ces jetons seront distribués après la séance.

Conférence.

M. LE PRÉSIDENT annonce que M. Moy, doyen de la Faculté des Lettres avait bien voulu accepter de nous faire une conférence le dimanche 4 décembre. Malheureusement les travaux ne pouvant pas être terminés pour cette date, la conférence aura lieu le mercredi 14 décembre, à 8 heures 1/2 du soir.

Pli cacheté.

MM. Waché et Locoge ont déposé un pli cacheté qui a été enregistré sous le N^o 506.

M. SCHMITT.
Un kermès
d'arsenic.

M. SCHMITT après avoir dit à quels produits s'appliquait le nom de Kermès prouve que cette dénomination doit aussi être donnée à un corps que Berzelius avait pris pour un sous-sulfure d'arsenic, que M. Milson a prétendu récemment être de l'arsenic métalloïdique et qui, d'après l'analyse de M. Schmitt est un oxysulfure d'arsenic.

Le mode de préparation, la composition et les propriétés du Kermès d'arsenic démontrent nettement les propriétés chimiques communes à l'arsenic et à l'antimoine.

M. DUBREUCQ.
La pomme
de terre indus-
trielle.

Les cultivateurs de l'arrondissement de Lille seront encouragés à planter de la pomme de terre industrielle, des variétés riches en fécule, quand ils apprendront qu'ils peuvent trouver auprès d'eux à la féculerie de Marquette, un débouché pour leurs récoltes, quand ils seront instruits des conditions qui permettent d'obtenir une récolte abondante et par suite avantageuse.

Les conditions qu'a développées M. H. Dubreucq, sont les suivantes :

Choix d'un bon tubercule de plant.

Parfaite préparation de la terre et notamment défoncement à la suite du labour ordinaire.

Bonne fumure composée de fumier de ferme à raison de 20.000 kilogr., à l'hectare et 5 à 600 kilogr. d'engrais chimique complémentaire.

Date bien choisie et régularité de la *plantation* (50 cent. sur 60 cent.) de façon à avoir 33.000 poquets à l'hectare.

Remède préventif contre la maladie de la pomme de terre par la bouillie cuivrique.

Par ces moyens, un cultivateur peut obtenir, à peu près dans *tous les sols* et en particulier dans les terrains argileux et argilo-siliceux, une récolte, variant de 35 à 40.000 kilogr. à l'hectare.

M. Dubreucq a terminé son travail par un aperçu général sur la fabrication de la fécule dans ses différentes parties depuis le rapage jusqu'au blutage. Il a rendu hommage aux hommes dévoués qui ont contribué aux améliorations apportées dans la culture et dans l'utilisation du précieux tubercule que la France doit à Parmentier.

M. Ange DES-
CAMPS.
—
L'hygiène
et la désinfection
à Lille.

L'apparition du choléra a fourni au Comité d'utilité publique l'occasion d'un examen de la question sanitaire.

Le rapport de M. Ange Descamps passe en revue l'état de la natalité et de la mortalité en France, puis des causes des maladies qui affectent le plus spécialement nos populations.

La comparaison des chiffres de ces statistiques avec ceux des peuples étrangers fait ressortir la nécessité de l'hygiène et l'urgence d'une organisation puissante du service de la santé publique.

Les travaux de Pasteur et des savants de son école ont démontré le rôle rempli par les microbes dans les affections contagieuses. (Suit un spécimen des bacilles du choléra, des fièvres intermittente et typhoïde et de la tuberculose).

Quels sont les moyens de les combattre?

L'assainissement des maisons et des villes, l'alimentation et les soins corporels des individus amènent naturellement l'auteur à étudier les logements ouvriers, aérés dans les campagnes, si resserrés dans les cités urbaines ; à opposer l'insalubrité des salles et des ateliers éclairés au gaz, aux conditions meilleures que leur assurent une large aération et la lumière électrique.

Un hommage à nos compatriotes généreux et aux membres du Conseil de salubrité, qui ont puissamment contribué à l'amélioration générale, termine la première partie de ce rapport qui étudiera ultérieurement les procédés relatifs à l'air, à l'eau et à la désinfection.

M. LE PRÉSIDENT remercie vivement MM. Schmitt, Dubreucq et Descamps de leur communication.

Assemblée générale mensuelle du 26 Décembre 1892.

Présidence de M. Ed. AGACHE, Président.

Correspondance M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE nous informe que les Bulletins qui lui ont été envoyés conformément à ses instructions, ont été distribués par ses soins aux diverses sociétés savantes de France et de l'Étranger.

M. CHAMART, Ingénieur des Mines, a demandé les conditions d'admission à la Société Industrielle.

M. BOON-DELETREZ a demandé à présenter ses procédés de fabrication à la Société. Il a été répondu à M. Boon que sa demande nous arrivait trop tard pour cette année, et qu'il veuille bien remettre la présentation de son mémoire au concours de l'année prochaine.

M. CORTHELL nous a adressé divers renseignements sur l'Engineering Congress qui doit se tenir à Chicago pendant la prochaine Exposition.

M. LE PRÉSIDENT donne lecture d'une lettre des Présidents du V^e Congrès de Navigation intérieure, qui, en souvenir de l'accueil qu'ils ont reçu à la Société Industrielle nous annonce l'envoi d'une collection complète des Rapports présentés au Congrès, renfermés dans des cartons spéciaux, ainsi qu'un exemplaire du Guide-programme officiel et un « Catalogue des Publications sur la Navigation Intérieure », tirés sur papier de Hollande. Ils ajoutent qu'ils compléteront cet envoi par les compte-rendus des séances et le compte-rendu photographique de l'Exposition.

Des remerciements particuliers seront adressés à M. Cousté, Président de la Chambre de Commerce de Paris, et M. Guillemain, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Présidents du Congrès.

M. le Président donne ensuite lecture d'une lettre de M. Mollet-Fontaine qui rappelle que demain toutes les sociétés scientifiques de France et de l'Étranger vont manifester en l'honneur de M. Pasteur qui va entrer dans sa 74^e année. M. Mollet propose l'envoi d'un télégramme à M. Pasteur.

Le Conseil, dans sa dernière séance s'étant déjà occupé de cette question, se rallie à cette proposition et par acclamation l'assemblée consultée décide l'envoi de l'adresse suivante :

Pasteur,

Institut Pasteur,

Paris.

La Société Industrielle du Nord de la France est heureuse de s'associer à l'hommage rendu aujourd'hui par toutes les sociétés scientifiques françaises et étrangères à M. Pasteur. Elle adresse à la plus grande gloire de la Faculté des Sciences de Lille et au lauréat de la grande médaille Kuhlmann, l'expression unanime de l'admiration de tous ses membres réunis en ce moment en assemblée générale.

AGACHE.

Concours 1892

M. le Président donne le résultat du concours de cette année qui a été très brillant.

Les récompenses qui seront décernées sont les suivantes :

- 1 médaille Kuhlmann,
- 3 médailles d'or,
- 2 médailles de vermeil et un rappel,
- 5 médailles d'argent et un rappel,
- 1 médaille de bronze,
- 1 mention honorable.

De plus 28 prix en espèces ou en livres, seront distribués pour les concours de filature de lin et de coton et les concours de langues, et 5 ou 6 prix pour le concours des chauffeurs.

M. le Président ajoute que le Conseil a l'intention, cette année, de décerner une nouvelle série de récompenses aux contre-maîtres ou ouvriers ayant amélioré, par leur ingéniosité ou leur intelligence, les procédés de travail dans les industries auxquelles ils sont attachés.

Les fonds nécessaires pour ces récompenses seront pris sur la nouvelle subvention de M. le Ministre du Commerce.

La Société décernerait dans ce but quelques médailles d'or, argent et bronze, avec des primes en argent, suivant les cas qui pourront se présenter.

L'Assemblée, à l'unanimité, approuve la création de ces nouvelles récompenses.

Les propositions devront être présentées d'ici la prochaine séance du Conseil.

M. le Président rappelle que le concours est encore ouvert aussi pour les comptables pouvant justifier de 25 années de service dans la même maison.

M. le Président annonce que la distribution solennelle des récompenses aura lieu le 22 janvier 1893. La grande confé-

rence sera faite cette année par M. J. Janssen, membre de l'Institut, Directeur de l'observatoire météorologique de Meudon.

M. AGACHE rappelle que le nom de M. Alfred Motte se trouve parmi ceux des philanthropes inscrits dans les cartouches de la grande salle.

M. Maxime MEUNIER demande si la fête d'inauguration projetée il y a quelques mois n'aura pas lieu.

M. LE PRÉSIDENT répond que le Conseil n'a pu encore s'occuper de cette question qui présente du reste certaines difficultés d'organisation ; il engage les sociétaires s'ils avaient quelques propositions à faire, à les présenter à leur comité afin que le Conseil en soit saisi ensuite.

M. ARQUEMBOURG s'étant excusé de ne pouvoir assister à la séance, M. le Président donne la parole à M. ANGE DESCAMPS.

M. A. DESCAMPS.

—
L'Hygiène
et la
Desinfection
à Lille.

Dans la seconde partie de son travail sur l'Hygiène, notre collègue énonce les procédés relatifs à l'air, à l'eau et à la désinfection.

La salubrité est aussi nécessaire à l'entretien de la vie que l'alimentation même. Le rapporteur signale les conditions du service d'aérage récemment installé dans la grande salle de la Société Industrielle, à la suite d'études de l'architecte et du Conseil d'administration, et mentionne l'existence rue Royale d'un établissement aérothermique, qui fournit de bons résultats pour les maladies des voies respiratoires.

Après un examen des procédés employés pour l'amélioration des eaux naturelles, par la décantation et le filtrage industriel et domestique, l'auteur arrive à la désinfection des locaux, des substances et des vêtements. A la nomenclature des principaux agents chimiques, succède un énoncé des améliorations impérieusement nécessaires dans le régime sanitaire des villes et des habitations.

L'Administration Hospitalière de Lille a installé à l'hôpital St-Sauveur une étuve fixe et un appareil mobile, système Geneste et Herscher, dont l'utilité déjà prouvée par de nombreux bienfaits, doit être propagée dans le public.

La bienfaisance privée, toujours soucieuse de procurer aux pauvres les soulagements à leurs misères, s'est empressée de doter l'un de ses établissements de cette innovation salutaire.

A l'Hospice des femmes et enfants incurables, boulevard Victor-Hugo, M. Smits a monté une étuve perfectionnée servie par de simples religieuses, et cet habile ingénieur obtient, par l'application du vide, une opération parfaite et un séchage plus rapide.

Lille possède ainsi, aux deux extrémités de son périmètre, les moyens de protéger sa nombreuse population contre les ravages des maladies contagieuses.

Le rapport se termine par ces paroles de Jules Simon qui en justifient l'étendue et en résumant le but : Conservons, protégeons la vie humaine ! Qu'est-ce qu'une terre sans hommes ? Celui qui ajouterait un million au chiffre de notre population, ferait bien plus pour la prospérité et la prépondérance du pays que celui, qui, au prix du sang, nous donnerait un territoire de quelques lieues.

M. LESCOEUR.

Sur la purification de l'Acide chlorhydrique du commerce.

L'acide chlorhydrique du commerce est toujours fort impur. M. LESCOEUR a essayé comparativement les divers procédés indiqués par les auteurs pour sa purification. Il précise les conditions dans lesquelles il faut se placer pour obtenir de bons résultats par les différentes méthodes. Il indique, comme le moyen le plus convenable de préparation de cet acide à l'état de pureté, la redistillation du produit commercial dans un courant de gaz-chlore et présente une disposition qui permet d'effectuer cette opération d'une manière simple et commode. Le produit obtenu a pour densité 1.42. Il ne con-

tient, comme impureté, qu'une trace de fer, dont il n'est pas possible de le priver. La présence de ce métal n'offre en général aucun inconvénient.

M. Paul SÉE.
—
Nouveau Maté-
riel électrique
américain.

Le matériel électrique décrit par M. Paul SÉE concerne surtout les canalisations électriques et les commutateurs.

Jusqu'ici on employait pour protéger les fils conducteurs des enveloppes adhérentes sujettes à se détériorer ou des canaux de bois qui pouvaient s'imprégner d'humidité et causer des déperditions, et pour les changements de directions, on employait souvent de préférence des supports de porcelaine. On emploie aujourd'hui des tubes en papier recouverts d'un enduit spécial qui les rend très isolants dans lesquels le fil électrique passe. Ces tubes de papier sont raccordés par des emmanchements en laiton qui les rend étanches. M. Paul SÉE nous en montre de toutes les formes pour les coudes et les passages de murs. Pour les raccordements, des tubes viennent s'adapter sur des boîtes spéciales où il est très facile de faire des prises de courant. M. Paul SÉE nous montre en terminant une série de commutateurs instantanés et donne des renseignements précis sur le montage de ces appareils.

M. LE PRÉSIDENT remercie vivement MM. DESCAMPS, LESCOEUR et SÉE, de leurs communications et les engage à donner leurs notes pour le Bulletin.

DEUXIÈME PARTIE.

TRAVAUX DES COMITÉS.

Procès-Verbaux des Séances.

**Comité du Génie civil, des Arts mécaniques
et de la Construction.**

Séance du 12 octobre 1892.

Présidence de M. A. WITZ, Président.

M. LE PRÉSIDENT ouvre la séance en donnant au Comité la liste des ouvrages présentés au concours.

Il est procédé immédiatement à la nomination des Commissions d'examen :

Dossier 1. — Système de changement de voie pour chemin de fer.

Commission : MM. DELEBECQUE, AUMONT et PERATÉ.

Dossier 2. — Sur une nouvelle unité d'activité pour remplacer le cheval-vapeur dans les estimations de la pratique.

Commission : MM. WITZ, DUBREUIL, VILLAIN.

Dossier 3. — Montre solaire magnétique.

Commission : MM. ARQUEMBOURG et LAMBERT.

Dossier 4. — Locomotive Francq.

Commission : MM. MOLLET, LAMBERT et PÉRATÉ.

Dossier 5. — Système de fermeture pour persiennes et attelage des wagons.

Commission : MM. DUBREUIL, et ARQUEMBOURG.

Dossier 6. — Chauffage des habitations.

Commission : MM. Paul SÉE, GAILLET et ARQUEMBOURG.

M. LE PRÉSIDENT donne ensuite la parole à M. G. Porion pour la description de son alimentateur automatique des chaudières.

En principe chaque chaudière est actionnée par une pompe à vapeur spéciale dont la mise en mouvement dépend du niveau de l'eau dans la chaudière. Le moyen le plus simple pour arriver à ce résultat est évidemment d'agir sur l'arrivée de vapeur : c'est ce qu'a fait M. Porion avec un dispositif spécial qui fonctionne toujours très bien parce que tout le mécanisme, fort simple d'ailleurs, reste constamment hors de l'eau.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Porion de son intéressante communication et le prie de vouloir bien la reproduire en Assemblée générale.

M. Witz entretient ensuite ses collègues des derniers progrès réalisés par l'application des gazogènes à l'alimentation des moteurs à gaz. Après avoir défini exactement ce qu'on appelle des gaz pauvres et avoir montré en quoi ils diffèrent du gaz Ebelmen et du gaz à l'eau, il compare le rendement d'une excellente chaudière, donnant 9 kilogs de vapeur sèche à 6 kilogs de pression par kilog de charbon avec celui d'un gazogène fournissant 4,600 litres de gaz à 4,400 calories par kilog d'anthracite ; le gazogène rend 80 % dans ces conditions alors que la chaudière n'arrive pas à 70 %. Le moteur à gaz possède de son côté aussi un rendement supérieur à celui de la meilleure machine à vapeur, consommant 6,5 kilogs de vapeur par cheval-heure indiqué, de telle sorte que l'emploi des gaz pauvres conduit à un bénéfice de 35 %. La pratique

concorde avec ces conclusions et l'on obtient couramment aujourd'hui le cheval-heure indiqué par une dépense de 600 gr. d'antracite dans des conditions de fonctionnement remarquables.

Séance du 17 Novembre 1892

Présidence de M. A. WITZ, Président.

M. LE PRÉSIDENT invite les Commissions d'examen qui ont terminé leurs travaux à déposer leurs conclusions.

Après discussion M. Delebecque accepte de faire le rapport sur le dossier N° 1 et M. Villain, celui sur le N° 2.

Pour le dossier N° 4, M. Delebecque remplacera M. Pératé.

M. LE PRÉSIDENT rappelle que tous les rapports doivent être présentés au plus tard à la séance de décembre.

Depuis la dernière séance de nouveaux travaux ont été présentés et M. LE PRÉSIDENT propose de nommer des Commissions pour les examiner, quoique le délai réglementaire soit passé pour l'acceptation. — Adopté.

Sont ajoutés à la liste des dossiers pour le concours :

Dossiers 7 et 8. — Élévateurs à air comprimé.

Commission : MM. WITZ, MOLLET, ARQUEMBOURG.

Dossier 9. — Du gazogène et de ses applications.

Commission : MM. MOLLET, LAMBERT, WITZ.

Dossier 10. — Machine à vapeur et graisseur de M. Casier.

Commission : MM. DUJARDIN, THIRIEZ, VILLAIN.

Dossier 11. — Grille pour générateur.

Commission : MM. STAHL, HELSON, PILE.

Dossier 12. — Étude sur l'explosion des chaudières.

Commission : MM. BEAUDET, BONET, VILLETTE, CRÉPELLE-FONTAINE.

M. LE PRÉSIDENT donne ensuite la parole à M. Sée qui a bien voulu apporter une série d'appareils employés en Amérique dans les applications de l'électricité. — Il montre des commutateurs très ingénieux et des gaines en carton spécial qui sont des isolants excellents pour les fils conducteurs.

M. Sée voudra bien reproduire sa communication en assemblée générale.

M. ARQUEMBOURG parle enfin des appareils employés pour la manœuvre des courroies. Le but de ces appareils est d'éviter les accidents qui se produisent en plaçant les courroies à la main. Le principe de ces appareils est très ancien, mais jusqu'ici les formes adoptées n'avaient pas donné de bons résultats. Depuis quelques années M. Piat et M. Brancher construisent des appareils pratiques.

M. Arquembourg montre les dessins de ces appareils.

Pour l'Assemblée générale M. Arquembourg espère avoir des modèles en réduction.

Séance du 21 décembre 1892.

Présidence de M. A. Wirz, Président.

MM. Pile et Schostmans s'excusent de ne pouvoir assister à la séance.

M. Villette regrette de ne pouvoir accepter de faire partie d'une Commission d'examen.

M. Gaillet informe M. le Président qu'il a remis le dossier sur le chauffage des habitations à son collègue M. Sée.

M. LE PRÉSIDENT donne successivement la parole à MM. les Rapporteurs et les invite à déposer leurs conclusions après discussion.

Le Comité approuve les propositions de récompenses suivantes :

Une médaille de bronze à l'inventeur de la montre solaire magnétique.

Une mention honorable à l'auteur du mémoire sur le chauffage des habitations.

Une médaille d'argent à l'auteur du mémoire sur les gazogènes.

Un rappel de médaille d'argent à M. Casier pour son graisseur mécanique.

Une médaille de vermeil à la grille Tilloy.

Les appareils présentés par MM. Kestner, Viot, Francq et Mesnard, n'étant en fonctionnement que depuis moins d'une année, le Comité décide d'en renvoyer l'examen définitif au concours de 1893.

Comité de la Filature.

Séance du 19 octobre 1892.

Présidence de M. DUPLAY, Président.

Après la lecture du procès-verbal de la dernière séance qui est adopté sans observation, M. LE PRÉSIDENT donne la liste des mémoires présentés au Concours.

Le Comité nomme ensuite les Commissions suivantes pour l'examen de ces travaux :

Dossier 1. — Sur les différents métiers à curseurs employés dans la filature et la retorderie de coton et de laine.

Commission : MM. VILLAIN, Julien THIRIEZ, NEWNHAM et BERTHOMIER.

Dossier 2. — Régulateur de métiers à tisser, système Deweppe.

Commission : MM. FREMAUX, MAS-FAUCHEUR, G. OVINEUR et DUPLAY.

Dossier 3. — Rouissage du lin et du chanvre.

Commission : MM. NICOLLE, Edm. FAUCHEUR et Jules SCRIVE.

Dossier 4. — Métier à décortiquer les matières textiles.

Même commission que précédemment.

Dossier 5. — Perfectionnement dans la construction des brosses employées dans les peigneuses, Hübner, Schulmberger, etc.

Commission : MM. VIGNERON et Léon THIRIEZ.

L'ordre du jour appelle la lecture des rapports sur le Concours.

La parole est donnée successivement à MM. les Rapporteurs et après discussion, le Comité adopte les propositions de récompenses suivantes :

Une médaille d'argent à M. Deweppe pour son régulateur de métier à tisser ;

Six prix en argent aux élèves des cours municipaux de filature de coton ;

Sept prix en argent aux élèves des cours municipaux de filature de lin.

Les autres mémoires ou machines présentés au Concours n'obtiennent aucune récompense ou sont ajournés, soit que les idées de l'auteur ne semblent pas applicables, soit que les appareils présentés n'aient pas fait leurs preuves.

Dans cette dernière catégorie, il faut placer le métier à curseur de M. Guillaume Laurency et le système de brosses pour peigneuses de M. Deboo.

M. Léon THIRIEZ, dans un but d'encouragement, offre dans son rapport à M. Deboo, de prendre chez lui, à l'essai, des brosses qui resteront en service jusqu'au concours de 1893.

La séance se termine par une communication de M. Ange Descamps sur les origines de la filature en France.

Comité des Arts chimiques et agronomiques.

Séance du 21 octobre 1892.

Présidence de M. P. KESTNER, Vice-Président.

Dès l'ouverture de la séance, le Comité procède à la nomination des commissions d'examen pour le Concours.

Dossier 1. — Dosage volumétrique des phosphates.

Commission : MM. VAN ACKÈRE, LESCOEUR, DUBERNARD.

Dossier 2. — Papiers photographiques à la celloïdine.

Commission : MM. PAILLOT, VAN ACKÈRE, PAULY et GENOUROUX.

Dossier 3. — Nouveau mode d'impression sur étoffe par procédé photographique.

Même commission que pour le Dossier 2.

Dossier 4. Perfectionnements dans la fabrication du sucre.

Commission : MM. FLOURENS, DECLERCQ, LAURENT et LACOMBE.

Dossier 5. — Appareil continu pour le dosage de la chaux dans les jus sucrés,

Même commission que le Dossier 4.

Dossier 6. Procédé pour blanchir le coton en pièces.

Commission : MM. KESTNER, G. SANDER et OBRY.

Dossier 7. — Encollage des fils.

Commission mixte : MM. LAURENT et l'abbé VASSART pour le comité de chimie.

Dossier 8. — Travail de la laine.

Commission : MM. l'abbé VASSART, Aug. FÉRON et GOBLET.

Dossier 9. — L'emploi de la vapeur en sucrerie.

Commission : MM. FLOURENS, KESTNER et LAURENT.

Dossier 10. — Notice sur les stations d'expériences aux Mines royales de Sarrebrück et de Bochum chargées de la surveillance du grisou et de la ventilation.

Commission : MM. LACOMBE, WITZ et KOLB.

Dossier 11. — Perfectionnements dans l'impression des mandats, timbres, etc.

Commission : MM. LENOBLE, LAURENT et SCHMITT.

La séance se termine par une communication de M. Schmitt sur la transformation des résidus de distillerie en drèche sèche.

M. LE PRÉSIDENT invite M. Schmitt à nous décrire cette fabrication dans une prochaine séance.

Séance du 11 novembre 1892.

Présidence de M. LESCOEUR, Président.

Parmi les pièces de la correspondance se trouve une lettre de M. Goblet qui accepte d'examiner l'ouvrage sur le travail de la laine.

M. LE PRÉSIDENT. annonce que plusieurs commissions d'examen ont terminé leurs travaux et il espère que pour la prochaine séance tous les rapports auront été déposés.

M. le Président donne la parole à M. Dubreucq pour sa communication sur la pomme de terre industrielle.

M. DUBREUCQ après un rapide historique de la question donne les conditions pour obtenir une récolte abondante et par suite

avantageuse. Les moyens indiqués permettent d'obtenir dans tous les sols 35 à 40.000 kilogr. à l'hectare.

M. Dubreucq termine par un aperçu général sur la fabrication de la fécule dans ses différentes parties depuis le râpage jusqu'au blutage.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Dubreucq et l'engage à reproduire sa communication en assemblée générale.

Après quelques demandes et observations de MM. Tassart, Piequet et Schmitt, M. le Président prie le Comité de nommer une commission pour l'examen d'un mémoire de M. l'Intendant Vigerie sur l'emploi de l'acide carbonique liquide.

Sont nommés : MM. MOLLET, LESCOEUR, HOCHSTETTER et LAURENT.

M. KESTNER présente au Comité M. Georges, nouvellement admis au nombre des membres de la Société industrielle.

Séance du 9 décembre 1892.

Présidence de M. LESCOEUR, Président.

L'ordre du jour appelle la lecture des rapports sur le concours.

M. LE PRÉSIDENT donne successivement la parole à chacun des rapporteurs.

Après discussion, le Comité adopte les propositions suivantes :

Une médaille d'argent à l'auteur du travail sur le dosage volumétrique des phosphates ;

Une médaille de vermeil à l'auteur du mémoire sur un nouveau mode d'impression sur étoffe par photographie ;

Une médaille d'argent à l'auteur du mémoire sur un appareil continu pour le dosage de la chaux dans les jus sucrés ;

Un rappel de médaille de vermeil à l'auteur du mémoire sur le travail de la laine ;

Une médaille d'argent à l'auteur du mémoire sur les applications industrielles de l'acide carbonique liquide ;

Une médaille d'or à MM. A. et P. Buisine, pour l'ensemble de leurs travaux.

Aucune récompense n'est proposée pour les autres mémoires présentés.

M. LESCOEUR fait au Comité une communication sur la purification de l'acide chlorhydrique du commerce.

Cet acide est toujours fort impur. Après avoir passé en revue les diverses méthodes proposées pour la purification, M. Lescœur indique, comme moyen le plus convenable pour obtenir pur cet acide, la redistillation du produit commercial dans un courant de chlore et donne une disposition qui permet d'effectuer cette opération d'une manière simple et commode. L'acide, dans ces conditions, contient encore quelques traces de fer mais qui ne sont pas en général un inconvénient.

M. LE PRÉSIDENT donne ensuite la parole à M. Buisine, qui, à la suite des essais entrepris pour épurer les eaux de l'Espierre essaya de purifier les eaux d'égout et en particulier ceux de la ville de Paris.

M. BUISINE décrit d'abord les procédés qui ont été employés ou proposés pour l'épuration des eaux d'égout de la ville de Paris et qui tous présentent des inconvénients, soient qu'ils soient imparfaits ou qu'ils coûtent trop cher. Les essais faits en petit avec le sulfate ferrique ou le chlorure ferrique permettent de prévoir que l'application en grand de ce procédé donnerait de bons résultats tant au point de vue de la parfaite épuration que du prix de revient.

**Comité du Commerce, de la Banque
et de l'Utilité publique.**

Séance du 24 octobre 1892.

Présidence de M. VUYLSTÈKE, Président.

Après la lecture du procès-verbal de la dernière séance qui est adopté sans observation, M. LE PRÉSIDENT donne la parole à M. Ange Descamps, qui communique au Comité son étude sur l'hygiène et la désinfection à Lille.

M. ANGE DESCAMPS, qui a pu réunir un grand nombre de documents sur la question, décrit dans leur moindre détail les installations de l'hôpital St-Sauveur et donne une description complète des appareils de MM. Geneste et Herscher, constructeurs à Paris.

M. LE PRÉSIDENT remercie vivement M. Ange Descamps de sa communication et l'engage à la reproduire en assemblée générale.

Séance du 23 novembre 1892.

Présidence de M. VUYLSTÈKE, Président.

M. LE PRÉSIDENT demande au Comité de vouloir bien nommer les Commissions d'examen pour le concours.

Un seul mémoire a été présenté : celui de M. Carron qui décrit des appareils employés dans la fabrication de la céruse pour protéger les ouvriers pendant le travail.

Sont nommés pour examiner ce travail : MM. Dubreucq-Pérus, Kolb, Eustache et Dubernard.

Une proposition de M. DE BAER relative à son industrie n'a pu être acceptée par le Conseil d'administration.

Pour les concours de langues :

MM. Neut et Guillaume sont nommés examinateurs pour l'anglais, MM. Schubart et Maxime Descamps pour l'allemand.

Le Comité entend ensuite une communication très intéressante de M. CAZENEUVE sur la participation aux bénéfices. M. Cazeneuve reviendra sur ce sujet dans une prochaine séance.

La séance se termine par une communication de M. ANGE DESCAMPS qui expose une étude statistique sur le progrès industriel en France.

Séance du 24 décembre 1892.

Présidence de M. VUYLSTEKE, Président.

M. ANGE DESCAMPS s'excuse de ne pouvoir assister à la séance et M. CAZENEUVE prie M. le Président de vouloir bien ajourner la suite de la communication sur la participation aux bénéfices.

Le Comité s'occupe des propositions de récompenses à la suite du concours de 1892.

Une médaille d'or est demandée pour M. Carron, inventeur d'appareils protégeant les ouvriers dans le travail de la céruse.

M. NEUT a ensuite la parole pour donner lecture de son rapport sur le concours d'anglais.

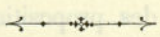
Trois prix sont accordés aux employés et cinq aux élèves. M. NEUT fait remarquer que les élèves des cours municipaux de Tourcoing se sont particulièrement distingués.

M. Max. DESCAMPS, rapporteur pour le concours d'allemand, fait la même remarque, en ce qui concerne les élèves des cours municipaux de Tourcoing. Le rapport n'est pas terminé, mais M. DESCAMPS donne néanmoins le nom des lauréats. Trois prix pour cette langue sont accordés aux employés et trois aux élèves.

M. LE PRÉSIDENT remercie au nom du Comité MM. Neut, Guillaume, Schubart et Max. Descamps des services qu'ils rendent à la Société et à la région en voulant bien accepter les fonctions d'examineurs pour les concours de langues.

M. WILLAUME émet le vœu qu'une récompense soit attribuée à M. Ange Descamps pour ses travaux.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Guillaume de son vœu, mais fait remarquer que M. Ange Descamps faisant partie du Conseil d'administration, ne peut prendre part au concours.



TROISIÈME PARTIE.

TRAVAUX DES MEMBRES.

NOUVEAU SYSTÈME D'ALIMENTATION automatique et continue

DES CHAUDIÈRES A VAPEUR

Par M. G. PORION.

Lorsqu'on lit les rapports des Inspecteurs des Associations de Propriétaires d'appareils à vapeur, on est frappé de l'insistance avec laquelle ces rapports recommandent aux Industriels d'alimenter leurs générateurs « *souvent et peu à la fois* ».

Il n'est personne qui ne soit pénétré de la justesse de ce principe, aussi l'alimentation continue et automatique des générateurs, qui n'est que l'application parfaite de ce principe « *peu et souvent* » a-t-elle de tous temps attiré l'attention des inventeurs ; mais les systèmes préconisés jusqu'à ce jour, fort nombreux pourtant, se sont rarement bien comportés dans la pratique, et l'alimentation

automatique, si désirable et si désirée certainement par tout industriel intelligent, ne se trouve dans l'industrie qu'à l'état d'exception.

La cause n'en est pas difficile à trouver, si l'on remarque que tous les inventeurs, comme s'ils s'étaient donné le mot, ont toujours construit leur appareil suivant le même principe, savoir : *obstruer ou dégager la section du tuyau d'alimentation* au moyen d'un ajutage quelconque actionné par un flotteur placé dans le générateur. Clapet, robinet, obturateur, ou autre disposition, ce système entraîne avec lui le grave et double inconvénient, ou bien d'être tellement libre que l'action du flotteur devient illusoire, ou bien de se gripper et de s'incruster au point que le flotteur ne peut développer assez de force pour vaincre les résistances. Les premiers jours de fonctionnement se passent bien, mais bientôt la main brutale du chauffeur redevient nécessaire et de l'alimentation automatique il ne reste plus que le souvenir (et les dépenses) en attendant qu'au premier nettoyage l'alimentateur s'en aille grossir dans un coin de l'usine les monts de ferraille et de vieux bibelots.

Le système d'alimentation automatique que je vais vous décrire repose sur un principe nouveau.

Bien qu'en ce siècle de progrès on ne peut ni ne doit jamais se flatter d'avoir atteint la perfection, il n'en est pas moins indubitable pour ceux qui comme nous ont vu les résultats pendant 4 ans, que le système en question restera dans l'avenir parmi les plus pratiques.

Voici en quoi consiste le principe du système :

On place dans le générateur un flotteur qui suit les variations du niveau. Mais suivant que l'eau monte ou baisse dans le générateur, le flotteur ouvre ou ferme un départ de vapeur vive qui sert à mettre en mouvement une pompe alimentaire à vapeur à action directe et sans point mort. On comprend de suite que la pompe alimente suivant la quantité de vapeur que laisse passer le flotteur, c'est-à-dire suivant l'état du niveau dans le générateur. Le niveau est-il plus bas, le courant de vapeur est puissant, et la pompe travaille avec activité ; le niveau se rapproche-t-il de la ligne normale,

le courant de vapeur diminue d'intensité et la pompe ralentit d'elle-même.

Il nous semble inutile d'insister davantage sur la simplicité de ce principe et nous passons sans retard à l'exposé du dispositif adopté pour la mise en pratique du système.

A est un flotteur placé dans le générateur dont il suit le niveau. Il est surmonté d'une tige B, laquelle est installée dans une colonne en fonte creuse L, analogue à celle d'un indicateur magnétique, et où la vapeur du générateur peut pénétrer librement.

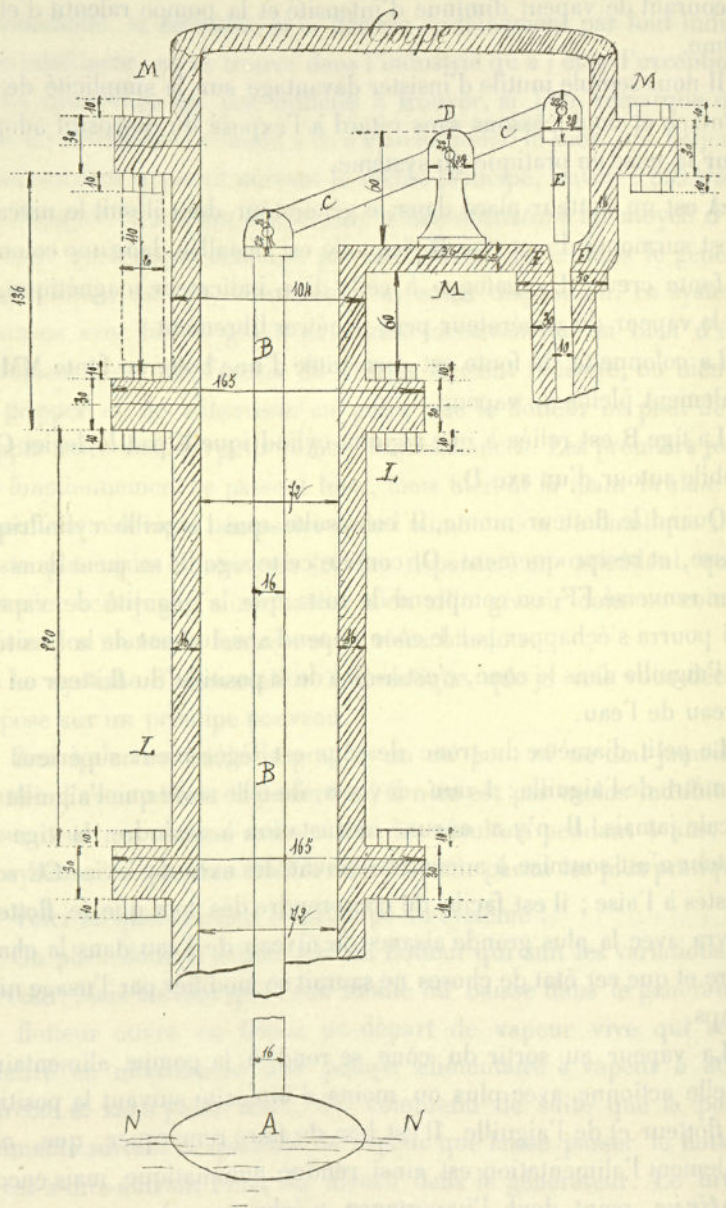
La colonnette de fonte est surmontée d'une boîte en fonte MMM, également pleine de vapeur.

La tige B est reliée à une aiguille cylindrique E par le levier CC, mobile autour d'un axe D.

Quand le flotteur monte, il en résulte que l'aiguille cylindrique baisse, et réciproquement. Or comme cette aiguille se meut dans un cône renversé FF, on comprend de suite que la quantité de vapeur qui pourra s'échapper par le cône dépend absolument de la position de l'aiguille dans le cône, c'est-à-dire de la position du flotteur ou du niveau de l'eau.

Le petit diamètre du tronc de cône est légèrement supérieur au diamètre de l'aiguille : 4 mm. environ, de telle sorte que l'aiguille ne se cale jamais. Il n'y a aucune incrustation à craindre, la tige du flotteur n'est soumise à aucun frottement, les axes du levier CC sont ajustés à l'aise ; il est facile de comprendre dès lors que le flotteur suivra avec la plus grande aisance le niveau de l'eau dans la chaudière et que cet état de choses ne saurait se modifier par l'usage ni le temps.

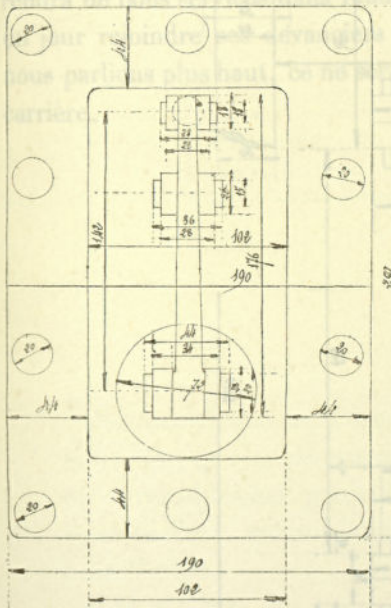
La vapeur au sortir du cône se rend à la pompe alimentaire, qu'elle actionne avec plus ou moins d'intensité suivant la position du flotteur et de l'aiguille. Il est bon de faire remarquer, que, non seulement l'alimentation est ainsi rendue automatique, mais encore *continue*, point dont l'importance n'échappera à personne, car l'alimentation continue amène l'économie du combustible.



Nous ne dirons rien de l'appareil alimentateur proprement dit, toute pompe à action directe et sans point mort remplira parfaitement le but.

Il y a quatre ans que ce système a été installé sur une batterie de 6 générateurs chez MM. L. Porion et C^{ie}, à St-André, et depuis la mise en route les chauffeurs ne s'inquiètent plus de l'alimentation et le niveau dans les générateurs ne varie pas d'un centimètre.

Plan



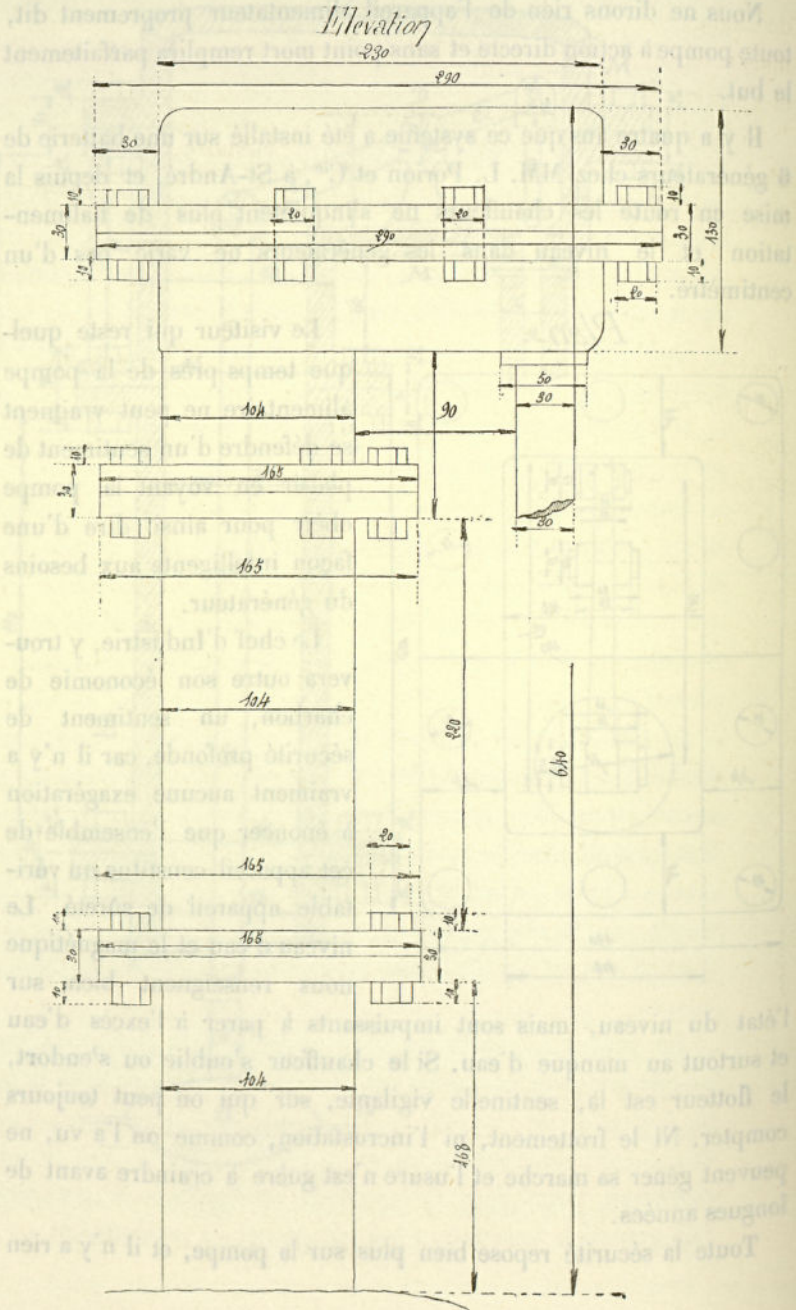
Le visiteur qui reste quelque temps près de la pompe alimentaire ne peut vraiment se défendre d'un sentiment de plaisir en voyant la pompe obéir pour ainsi dire d'une façon intelligente aux besoins du générateur.

Le chef d'Industrie, y trouvera outre son économie de charbon, un sentiment de sécurité profonde, car il n'y a vraiment aucune exagération à énoncer que l'ensemble de cet appareil constitue un véritable appareil de sûreté. Le niveau d'eau et le magnétique nous renseignent bien sur

l'état du niveau, mais sont impuissants à parer à l'excès d'eau et surtout au manque d'eau. Si le chauffeur s'oublie ou s'endort, le flotteur est là, sentinelle vigilante, sur qui on peut toujours compter. Ni le frottement, ni l'incrustation, comme on l'a vu, ne peuvent gêner sa marche et l'usure n'est guère à craindre avant de longues années.

Toute la sécurité repose bien plus sur la pompe, et il n'y a rien

Elevation



de changé sous ce rapport aux conditions ordinaires de l'alimentation, mais si on sait choisir un bon type, le prendre plutôt forte que faible, et l'entretenir avec soin, la sécurité est pour ainsi dire absolue.

Si ce système convient partout, en général, il rendra de grands services, en particulier dans l'alimentation des générateurs à faible volume d'eau comme les tubulaires et dans les usines où la consommation de vapeur est très variable comme dans les distilleries, sucreries et teintureries.

Nous avons la ferme conviction que ce système d'alimentation rendra de bons services dans l'industrie, et que s'il doit fatalement un jour rejoindre ses devanciers dans les monts de mitraille, dont nous parlions plus haut, ce ne sera qu'après une longue et honorable carrière.

Nos expériences sur l'épuration des eaux de l'Espagne (1) par le sulfate ferrique ont montré qu'il était possible, par ce procédé, d'épurer convenablement, pratiquement et d'une façon continue, de grands volumes d'eau, même très impure, sans entraîner des dépenses très considérables.

Les résultats satisfaisants que nous avons obtenus avec son engagement à rechercher si le procédé ne pourrait pas être employé ailleurs avec les mêmes chances de succès.

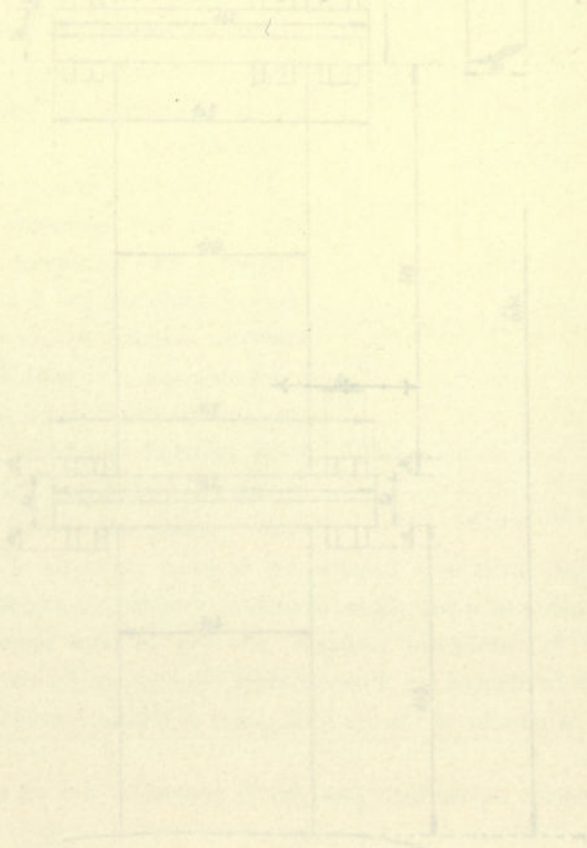
L'emploi de ce réactif paraît d'abord tout indiqué pour le traitement des eaux résiduaires de certains établissements industriels.

(1) Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 1888, t. 106, p. 1015.

de changé sous ce rapport aux conditions ordinaires de l'alimentation, mais si on se choisit un bon type, la grande partie des services et l'entretien avec soin, la sécurité est pour ainsi dire absolue.

Si ce système convient partout, en général, il rendra de grands services, en particulier dans l'alimentation des généraux à faible volume d'eau comme les tubulaires et dans les usages où la consommation de vapeur est très variable comme dans les distilleries, sucreries et laiteries.

Nous avons la ferme conviction que ce système d'alimentation rendra de bons services dans l'industrie, et que s'il doit fatalement un jour rejoindre ses devanciers dans les mœurs de la famille, dont nous partions plus haut, ce ne sera qu'après une longue et honorable carrière.



ESSAI D'ÉPURATION
DES
EAUX D'ÉGOUT DE LA VILLE DE PARIS
PAR LE SULFATE FERRIQUE

PAR MM.

A. BUISINE

Chargé de Cours
à la Faculté des Sciences de Lille.

P. BUISINE

Préparateur
à la Faculté des Sciences de Lille.

Nos expériences sur l'épuration des eaux de l'Espierre (1) par le sulfate ferrique ont montré qu'il était possible, par ce procédé, d'épurer convenablement, pratiquement et d'une façon continue, de grands volumes d'eau, même très impure, sans entraîner des dépenses trop considérables.

Les résultats satisfaisants que nous avons obtenus nous ont engagé à rechercher si le procédé ne pourrait pas être appliqué ailleurs avec les mêmes chances de succès.

L'emploi de ce réactif paraît d'abord tout indiqué pour le traitement des eaux résiduaires de certains centres manufacturiers, tels

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1891. t. 112. p. 875 et 1892. t. 115, p. 661.

que Reims, Fourmies, Verviers, qui ont les mêmes industries que Roubaix et Tourcoing et qui rejettent des eaux analogues.

Mais ce sont là des eaux extrêmement chargées, d'une composition toute spéciale, et il était intéressant de voir ce que le procédé donnerait avec les eaux d'égout proprement dites.

Comme type de ces eaux, nous avons choisi les eaux d'égout de la ville de Paris, sur lesquelles on a des données assez précises et sur lesquelles ont été expérimentés les différents procédés d'épuration, ce qui rend possible la comparaison.

I

La question de l'épuration des eaux d'égout de Paris est à l'étude depuis longtemps ; des essais importants ont été entrepris dès 1865 et se poursuivent depuis lors.

Après examen des différents systèmes, celui qui a été adopté est le procédé d'épuration par le sol.

Le projet a été fait par M. Durand-Claye, ingénieur des Ponts et Chaussées.

Les travaux sont en cours d'exécution, et récemment, à la suite d'une interpellation, présentée par les députés de Seine-et-Oise, sur l'état de la Seine en aval de Paris, la Chambre des députés a émis un vote invitant les pouvoirs publics à activer autant que possible les travaux, de façon à aboutir dans le plus bref délai.

Pour comprendre la gravité de la question, il faut se placer à Asnières, devant la bouche du collecteur, qui déverse dans la Seine les eaux de la grande ville à deux kilomètres des fortifications. On voit là un liquide noirâtre, sur lequel surnage toutes sortes d'immondices, se précipiter dans le fleuve et, sans se mélanger, rouler longtemps parallèlement avec lui.

Une solution s'impose ; on la réclame de toutes parts et avec d'autant plus de raison que certaines localités de la banlieue sont

encore obligées de prendre à la Seine l'eau potable qui leur est nécessaire.

Il est évident que le système actuel est intolérable et qu'il n'est pas possible de continuer, sans danger pour la santé publique, à envoyer directement à la Seine le produit des égouts de Paris et des villes en amont. Il n'est pas douteux, en effet, que la dernière épidémie de choléra, qui a sévi dans la banlieue de Paris, ne soit due à cette pratique qui est aujourd'hui condamnée partout.

En principe, le procédé d'épuration par irrigation est très rationnel. Il présente surtout le grand avantage de permettre de rendre directement au sol toutes les matières organiques rejetées dans les égouts.

Les eaux d'égout renferment en quantité les principes fertilisants par excellence, de l'azote, de l'acide phosphorique, de la potasse. Elles constituent un engrais complet et doivent avoir leur place dans la culture, comme le fumier d'étable, comme la boue des villes.

L'utilisation des eaux d'égout peut augmenter beaucoup la puissance du sol ; elles se prêtent surtout à la culture maraîchère qui demande beaucoup d'eau. Il y a là une source considérable de matières fertilisantes à exploiter et, déjà en 1868, M. Durand-Claye estimait que, en comptant l'azote, l'acide phosphorique et la potasse au prix marchand de l'époque, les eaux d'égout de Paris en renfermaient pour 7 millions environ par an.

Mais ce procédé, bien qu'il paraisse très rationnel, ne présente-t-il aucun inconvénient ? Constitue-t-il la solution la plus efficace, la plus pratique de ce problème si complexe de l'épuration des eaux d'égout ?

Le procédé d'épuration des eaux d'égout par le sol a ses partisans convaincus, mais il a aussi des adversaires non moins convaincus.

Les premiers prétendent que c'est le seul procédé possible, le seul pratique, le seul efficace.

Les autres nient son efficacité et prévoient de graves inconvénients et même de grands dangers dans le fonctionnement.

D'autres trouvent que c'est une utopie que de vouloir appliquer ce système à la totalité des eaux d'égout de Paris.

D'autres enfin déclarent que c'est un acte de vandalisme que de placer aux environs de Paris, ce pays de villégiature, de vastes champs d'irrigation à l'eau d'égout. Ce n'est pas là, disent-ils, mais au loin, dans la campagne, dans de vrais champs, où il est possible de se livrer à la grande culture, que ce système est applicable.

La lecture des débats, qui viennent d'avoir lieu à ce sujet à la Chambre des députés (séance des 24 et 25 octobre 1892), est à ce point de vue très intéressante et très instructive.

Attendons ; l'avenir nous dira ce qu'il faut croire de tout cela.

Quoiqu'il en soit, cette solution n'est pas l'idéal des procédés d'épuration, et c'est faute de mieux qu'on l'a acceptée. Partout où on a été forcé par les circonstances de l'adopter, ce n'est que timidement et avec une sage lenteur qu'on est entré dans cette voie.

Ainsi, à Paris, depuis plus de vingt ans que le procédé a été adopté et voté par les Chambres, c'est à peine si on a aujourd'hui l'installation suffisante pour épurer le quart des eaux d'égout de la ville.

Il semble qu'on hésite devant les difficultés, la complication du système, les installations colossales qu'il nécessite, la dépense, etc.

Avant d'examiner quelles sont ces difficultés, voyons ce que donne le procédé.

Par l'irrigation bien conduite, l'eau est rendue parfaitement claire, toutes les matières en suspension sont retenues, mais le degré d'épuration, c'est-à-dire la proportion des matières organiques dissoutes, enlevée à l'eau, est très variable.

Elle dépend de la nature du sol irrigué et de la quantité d'eau épandue dans un temps donné sur le terrain.

Le sol agit physiquement comme un filtre, chimiquement par les bactéries qu'il renferme et les végétaux qui y croissent.

Il faut que le terrain soit suffisamment poreux, aéré, que les ferments aient le temps d'oxyder, de brûler les matières organiques en dissolution, et que les radicelles des plantes puissent absorber les principes azotés, l'ammoniaque, l'acide azotique formés.

Pour cela, on ne peut faire arriver sur le sol que de petites quantités d'eau à la fois; il ne faut pas inonder le terrain.

C'est une condition nécessaire pour obtenir une véritable épuration; de cette façon, celle-ci est aussi complète qu'on puisse le désirer.

On reproche surtout, et avec raison, aux eaux d'égout d'apporter dans les rivières des germes dangereux pour la santé publique.

Élimine-t-on ces micro-organismes par l'irrigation?

Le résultat dépend encore de la nature du terrain, de sa porosité et du volume d'eau qu'il reçoit. On sait, en effet, que, pour arrêter ces infiniments petits, il faut des filtres extrêmement puissants, tel que le filtre Chamberland. Or, le sol est loin de valoir ce filtre.

Cependant, certains auteurs, se basant sur des expériences de laboratoire, ont établi que les germes organisés étaient complètement retenus par le sol.

MM. Cornil et Grancher ont monté un filtre avec de la terre de Gennevillers et ont trouvé que les bacilles, le bacille typhique entre autres, ne passaient pas; ils n'en ont jamais recueilli à plus de quarante centimètres de profondeur pendant trois mois d'expériences.

M. Frankland, en opérant sur les eaux d'égout de Londres, n'a pas obtenu d'aussi bons résultats; il a constaté que les bacilles étaient arrêtés en partie, mais jamais complètement. Il en conclut que l'élimination des organismes de l'eau est impossible par filtration sur le sol, si on ne renouvelle pas fréquemment la surface filtrante et si on ne diminue pas graduellement le volume d'eau amené sur le terrain. C. Fränkel et C. Piefke sont arrivés aux mêmes conclusions.

Du reste, quand on a examiné l'eau des drains, elle n'était pas

stérile ; il restait des germes , beaucoup moins, il est vrai, mais il en restait.

Il est évidemment impossible d'enlever complètement les bactéries par le sol, en grand, dans une marche régulière et continue. Au début, le résultat peut être excellent, mais peu à peu, le terrain, colmaté par les boues où se sont condensés les organismes, devient moins actif, et d'autant moins énergique qu'il est depuis plus longtemps en fonctionnement.

Par le procédé à l'irrigation, appliqué en grand, on ne peut donc prétendre qu'à une épuration incertaine, en tous cas très irrégulière.

Au point de vue de l'installation du procédé et du fonctionnement, le système d'épuration par le sol présente de grands inconvénients. Il exige de vastes superficies de terrains, et de terrains d'une nature spéciale, meubles, poreux, perméables, qu'on ne rencontre pas partout.

On n'est pas d'accord sur les quantités d'eau qu'on peut employer pour l'irrigation, sur une surface donnée. Cela dépend évidemment de la nature du terrain et varie beaucoup suivant les endroits.

La plaine sèche et élevée de Gennevillers, où ont été faits les essais d'irrigation avec les eaux de Paris, peut absorber un très grand volume d'eau d'égout, surtout en été. On a reconnu que, sur un hectare de ce terrain, on pouvait faire arriver 40.000 mètres cubes d'eau par an. Ceci correspond à une moyenne de 44 litres environ par mètre carré et par jour, ce qui représente par an une hauteur d'eau de 4 mètres, à laquelle il faut ajouter environ 50 centimètres d'eau de pluie, soit un total de 4^m,50 d'eau.

Or, actuellement, la ville de Paris déverse en Seine environ 440.000 mètres cubes d'eau par 24 heures, soit 450 millions de mètres cubes par an. D'ici peu ce sera plus encore.

Il faudrait donc, d'après cela, au minimum, 4.000 hectares pour le traitement des eaux d'égout de la ville de Paris.

Il existe, il est vrai, aux environs de Paris, des terrains conve-
nables en quantité suffisante. On a déjà :

800 hectares à Gennevilliers.

800 » à Achères.

500 » à Méry.

400 » aux Mureaux.

et il est établi qu'il existe, dans un rayon peu distant de Paris, 30 à
35.000 hectares dans des conditions favorables à l'épuration. Mais
tous les terrains ne se prêtent pas à l'irrigation comme la plaine de
Gennevilliers.

De plus, si l'on veut faire de l'utilisation agricole, on ne pourra
pas faire arriver régulièrement sur le terrain 40.000 mètres cubes
d'eau par hectare et par an.

Il faut distinguer, en effet, entre l'irrigation c'est-à-dire l'utilisa-
tion agricole de l'eau d'égout et l'épuration des eaux par le sol. Il
s'est établi une confusion entre ces deux choses qui sont absolument
différentes.

Dans le premier cas, on ne fait arriver sur le terrain que ce qui
est nécessaire à la plante ; c'est toujours une quantité restreinte,
variable avec la saison. C'est le seul procédé rationnel et efficace.

Dans le second cas, on met de l'eau à hautes doses ; on inonde le
terrain ; mais alors on ne peut plus cultiver, on n'utilise plus les
principes fertilisants de l'eau et on ne l'épure pas complètement. On
ne peut d'ailleurs opérer ainsi qu'une partie de l'hiver, quand le sol
est vide.

Aussi ce n'est pas 4.000 hectares qu'il faudra, mais beaucoup
plus. D'après certaines estimations, ce sera 15.000, 20.000 et
même 50.000 hectares.

De plus, le fonctionnement ne pourra être qu'intermittent. La
plante ne doit recevoir de l'eau que quand elle en a besoin. On ne
peut pas lui en donner constamment, jour et nuit. Peut-on irriguer
quand la terre est couverte de neige, quand elle est gelée, quand

il tombe des pluies torrentielles, quand on laboure, quand on récolte, etc ?

Dans les essais de M. Durand-Claye à Clichy, sur 280 jours de marche, le colmatage, c'est-à-dire l'inondation du terrain, a été possible pendant 50 jours et l'arrosage pendant 115 jours. Les besoins de la culture se révèlent donc pendant les 2/3 de l'année au plus.

Que faire pendant le reste du temps de cette masse d'eau qui arrive d'une façon continue ?

Comme il est matériellement impossible que l'irrigation absorbe en tout temps le débit total des égouts, on enverra nécessairement le reste à la Seine, à moins d'avoir de vastes terrains nus sur lesquels on amènerait l'eau qu'on ne peut utiliser sur les champs d'irrigation ; mais on créerait ainsi de véritables marais. Ou bien il faudra construire le canal à la mer, proposé par quelques ingénieurs, pour emporter l'excédent. Enfin, il y aurait un troisième moyen, ce serait d'épurer par un procédé chimique, applicable en tout temps, l'eau qu'on ne peut employer à l'irrigation.

M. Durand Claye a reconnu, du reste, qu'un procédé chimique, celui au sulfate d'alumine, était le complément nécessaire du procédé par irrigation ; dans les essais de Clichy, pour épurer en tout temps le même volume, il a fallu combiner les deux systèmes. L'emploi du sulfate d'alumine s'imposait pendant la moitié de l'année à peu près, quand la culture refusait l'eau d'égout. Mais, dans ce cas, il faudrait deux installations, l'une pour l'irrigation, l'autre pour l'épuration chimique. Pourquoi donc ne pas adopter immédiatement un procédé chimique pour la totalité de l'eau ?

Quoiqu'il en soit, on voit où mènera l'exécution du projet d'épuration des eaux d'égout de la ville de Paris par irrigation.

Est-il nécessaire de faire ressortir ce que sera cette exploitation, quand on traitera la totalité des eaux ? Se figure-t-on 20.000 hec-

tares, constamment irrigués, et toutes les conduites, aqueducs, canaux, syphons et accessoires nécessaires ?

Il faudra une force motrice considérable pour élever l'eau, ce qui est indispensable pour l'envoyer à de telles distances. Dans son projet, M. Durand-Claye estime qu'il faudra monter l'eau à 30 ou 35 mètres pour atteindre le plateau de Méry.

Enfin il faudra encore installer un vaste réseau de drainage pour recueillir les eaux et éviter les infiltrations.

Et quel sera le prix du traitement ?

Il suffit pour s'en rendre compte de montrer ce qu'on a dépensé ailleurs.

Le procédé de l'irrigation est appliqué en Angleterre à plusieurs endroits ; la dépense est, dans les meilleures conditions, au minimum de 3 centimes par mètre cube.

A Berlin on a dépensé 50 millions pour faire l'installation nécessaire à l'épuration par irrigation de 100.000 mètres cubes par jour.

A Paris, la dépense de premier établissement sera considérable. Elle comprendra l'achat de terrain, les moteurs indispensables pour élever de pareilles masses d'eau et les envoyer à de telles distances, la dépense d'installation d'un réseau de distribution, la dépense non moins indispensable de l'installation d'un réseau de drainage, etc.

Elle atteindra dit-on deux cents millions.

Il faut y ajouter la dépense journalière pour l'élévation des eaux, le personnel, etc. L'eau devant être élevée au moins à trente mètres, cela entraînera une dépense de 3 centimes par mètre cube, ce qui représente déjà deux millions de francs par an, rien qu'en combustible, sans compter le personnel, l'entretien et tous les frais accessoires.

Le seul revenu de ce procédé serait la location des terrains irrigués appartenant à la ville et l'achat des eaux d'égout par les propriétaires. Mais peut-on compter beaucoup la dessus ?

En somme on ne peut considérer ce système comme la solution complète et définitive du problème de l'épuration des eaux d'égout.

C'est au contraire une solution très imparfaite et très coûteuse, pleine d'inconvénients et d'aléas. Elle ne peut donner satisfaction que dans quelques cas particuliers.

II

A côté du système d'épuration par le sol on connaît d'autres procédés, qui reposent sur l'emploi de réactifs chimiques.

Il existe, en effet, certains sels métalliques, qui ont la propriété de précipiter plus ou moins complètement les matières étrangères contenues dans les eaux. Parmi les plus actifs, il faut citer les sels d'alumine et les sels ferriques.

Ajoutés à une eau contaminée ces sels produisent un précipité qui entraîne la majeure partie des impuretés et, après dépôt, l'eau décantée peut être rejetée sans inconvénient dans les rivières.

Au point de vue agricole ces procédés présentent les mêmes avantages que le procédé par irrigation. Il est, en effet, tout aussi rationnel de traiter ces eaux d'égout de façon à extraire les matières fertilisantes qu'elles renferment ; leur utilisation est d'ailleurs beaucoup plus pratique sous forme de résidus solides que sous forme d'engrais liquides très dilués.

Du reste l'efficacité de ces procédés ne peut pas être mise en doute.

La sulfate d'alumine entre autres, proposé par M. Lechatelier et qui a été expérimenté par M. Durand-Claye à l'usine de Clichy, sur les eaux de Paris, a donné d'excellents résultats.

Voici sur ce réactif l'opinion de M. Durand-Claye, à laquelle la compétence toute spéciale de l'auteur donne une grande valeur.

« Il fournit, dit M. Durand-Claye, une clarification rapide et pratique. L'eau s'écoulait des bassins parfaitement claire, sa trans-

parence était suffisante pour qu'on put lire des caractères d'imprimerie derrière une épaisseur d'eau de 40 centimètres.

» Les poissons vivaient parfaitement dans l'eau ainsi épurée.

» Elle s'écoule claire comme un ruisseau naturel si, après l'action du réactif, on la fait couler sur des meulières ou sur un gazon.

» Les boues n'ont pas d'odeur et sèchent sur le sol.

» Ce traitement n'a pas causé d'inconvénients. »

Des essais du même genre ont été faits en Angleterre avec le sulfate d'alumine et avec les sels ferriques et ont donné le même résultat.

Pourquoi donc après ces essais encourageants a-t-on rejeté les procédés chimiques ?

Cela tient uniquement aux prix élevés des réactifs, au coût élevé de l'épuration ainsi obtenue.

Ainsi, M. Durand-Claye employait du sulfate d'alumine qui revenait alors, rendu à l'usine, à 44 fr. les 400 kilogs et il fallait 200 gr. de ce réactif par mètre cube d'eau d'égout.

Le prix du réactif seulement dépassait donc 2 centimes le mètre cube. On a trouvé que c'était beaucoup trop.

Or, le sulfate d'alumine, fabriqué par l'action de l'acide sulfurique sur les argiles ou la bauxite, produits peu coûteux, paraissait devoir rester le meilleur marché. On n'espérait donc aucun progrès dans cette voie de l'épuration chimique.

Les sels ferriques, dont l'action est au moins aussi efficace que celle des sels d'alumine, étaient, à cette époque, plus coûteux encore.

Mais on est parvenu depuis à produire les sels ferriques très économiquement au moyen des résidus de pyrite grillée. On peut obtenir ainsi le sulfate ferrique à un prix de revient bien inférieur à celui du sulfate d'alumine (1).

(1) Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 1892, t. 115, p. 51.

Le principal argument présenté contre l'emploi des procédés chimiques a donc disparu.

Dans ces conditions il nous a paru intéressant de rechercher si maintenant, pour l'épuration des eaux d'égout, le sulfate ferrique ne pourrait pas lutter avantageusement, même au point de vue du prix, avec le procédé d'épuration par le sol. C'est ce dont nous avons voulu nous rendre compte.

Voici d'abord quelques résultats d'expériences.

Grâce à la complaisance de M. Charles Girard, directeur du Laboratoire municipal, nous avons pu obtenir un échantillon des eaux d'égout de Paris.

Cet échantillon a été pris le 24 novembre dernier, vers 9 h. du matin, dans l'égout collecteur de la rive droite, à environ 300 mètres avant l'arrivée en Seine. Il n'avait pas plu depuis au moins 3 jours.

Nous avons étudié l'action du sulfate ferrique sur cet échantillon d'eau à différents points de vue :

- 1° Au point de vue du degré d'épuration obtenue ;
- 2° Au point de vue du fonctionnement et du prix de revient de l'épuration ;
- 3° Au point de vue de l'écoulement, de l'utilisation et de la valeur des résidus.

L'eau des égouts de Paris tient en suspension un abondant dépôt, assez lourd, formé de matières terreuses et de matières organiques.

Ce dépôt se rassemble facilement et pourrait être séparé en grande partie dans un bassin de décantation.

On recueille ainsi par mètre cube $1^k,053$ de produit sec, renfermant $1,08\%$ d'azote.

Il nous a fallu, pour épurer cet échantillon d'eau, 400 gr. de sulfate ferrique par mètre cube, ce qui représente un demi centime environ, soit un quart de ce que coûtait le sulfate d'alumine dans les expériences de M. Durand-Claye.

Le précipité formé se dépose rapidement et l'eau décantée est claire, limpide, sans odeur, imputrescible.

L'eau ainsi épurée, conservée depuis lors en flacon bouché, est restée tout à fait limpide, n'a pris aucune odeur et n'a pas donné la réaction des sulfures.

L'épuration est aussi complète qu'on puisse le désirer ; c'est ce que montre l'analyse.

Avant l'épuration l'eau renferme en dissolution :
0^{gr.},600 de matières organiques par litre et, après l'action du réactif, seulement 0^{gr.},065.

On élimine donc environ les 9/10 des matières organiques en dissolution et la totalité des matières en suspension.

Le précipité formé par le sulfate ferrique pèse, après dessiccation, 0^{k.},318 et renferme 2,18 % d'azote.

Si nous prenons ces résultats comme base et comme volume 400.000 m³ d'eau à épurer par 24 heures, on arrive au nombre suivant :

L'épuration fournirait :

422.000 kilogs de boues naturelles sèches ,

127.000 » de boues ferriques sèches ,

Soit au total 549,000 kilogs de résidus secs par jour.

C'est à peu près ce qu'on jette actuellement tous les jours à la Seine.

En comptant ces boues avec 50 % d'eau environ, on arrive à la production de 4 million de kilogs de boues par 24 heures.

L'action épurante du sulfate ferrique s'explique facilement.

Lorsqu'on ajoute ce sel à une eau contaminée il est décomposé par les sels alcalins et alcalino-terreux que l'eau renferme toujours.

L'oxyde ferrique ainsi précipité entraîne avec lui la totalité des matières en suspension, les matières albuminoïdes, avec lesquelles l'oxyde ferrique forme une combinaison, les matières colorantes avec lesquelles il forme des laques, les matières grasses provenant

des savons qu'il décompose, les principes odorants et, entre autres, les sulfures qu'il fixe à l'état de sulfure de fer insoluble.

L'eau ainsi traitée, après avoir passé dans des bassins de décantation suffisamment puissants, est par suite rejetée parfaitement claire, incolore, complètement désinfectée et imputrescible. Elle ne renferme plus qu'une faible portion des matières organiques contenues primitivement en dissolution.

Les impuretés de l'eau précipitées par le réactif sont retenues dans les bassins sous forme de résidus boueux.

Par le sulfate ferrique élimine-t-on les micro-organismes contenus dans l'eau ?

Les expériences que nous avons faites à ce sujet nous ont montré que les microbes eux-mêmes étaient entraînés avec le précipité dans une forte proportion.

L'oxyde ferrique précipité, qui est gélatineux, forme avec les matières organiques une sorte de laque qui entraîne les particules les plus ténues ; il en résulte, en un mot, une sorte de collage de la liqueur.

On élimine ainsi de 60 à 90 % des bactéries contenues dans l'eau. Il nous paraît difficile de faire mieux par tout autre procédé pratique et économique, appliqué à de grands volumes d'eau.

Obtient-on de meilleurs résultats par l'irrigation ?

En somme, par le sulfate ferrique on est assuré d'avoir une épuration relative, il est vrai, mais en tout cas régulière et très suffisante.

On enlève, en effet, par ce procédé facilement les 9/10 environ des matières organiques contenues primitivement en dissolution.

Est-on sûr d'atteindre toujours ce résultat par l'irrigation faite d'une façon continue sur les mêmes terrains ?

Dans la pratique il n'est pas possible, de pousser l'épuration au-delà de certaines limites. Quoiqu'on fasse il est impossible de rendre aux eaux d'égout les qualités des eaux potables. Tout ce qu'on peut

proposer c'est de faire disparaître l'infection et de rejeter des eaux claires et imputrescibles. Vouloir une plus grande amélioration est une conception chimérique, irréalisable, qui n'amènerait que des dépenses exorbitantes et de cruelles déceptions.

Le sulfate ferrique présente en outre l'avantage de donner un résultat très régulier, toujours le même, qu'on peut obtenir en tout temps et partout.

Voilà donc ce que peut donner le procédé au sulfate ferrique.

Mais ce procédé est-il pratique ; peut-il être appliqué aux grandes villes, à un débit journalier aussi considérable que celui des égouts de Paris ?

A cela nous répondrons par les essais qui ont été faits sur l'eau de l'Espierre, à l'usine de Grimonpont.

On a pu fonctionner d'une façon continue et avec la plus grande facilité pendant cinq semaines, à raison de 20.000 m³ environ par jour. On n'a constaté aucun inconvénient, on n'a rencontré aucune difficulté et l'eau de l'Espierre est beaucoup plus impure et autrement difficile à épurer que l'eau des égouts de Paris.

L'épreuve a été absolument concluante et a donné entière satisfaction. Pareil résultat n'a été obtenu par aucun autre procédé. Il ne peut rester aucun doute sur sa valeur ; c'est actuellement le plus simple, le plus pratique.

L'installation nécessaire pour le traitement des eaux par le sulfate ferrique serait, en effet, beaucoup plus modeste que celle du procédé par irrigation. Ce système d'épuration des eaux d'égout a, en outre, l'avantage de n'exiger qu'une surface restreinte, une installation peu coûteuse ; il peut fonctionner en toute saison.

L'application du procédé demanderait une ou plusieurs usines dans lesquelles les grands collecteurs amèneraient l'eau à épurer et où se ferait tout le travail.

L'eau des égouts ne ferait que traverser l'usine où elle laisserait toutes les impuretés qu'elle renferme.

Cette usine comprendrait d'abord les appareils nécessaires, très simples d'ailleurs, pour la dissolution du sulfate ferrique.

L'eau serait alors additionnée d'une quantité convenable de cette solution et ensuite refoulée par des pompes dans les bassins de décantation d'où elle s'écoulerait à la Seine d'une façon continue, parfaitement claire et purifiée.

La force motrice nécessaire serait relativement faible ; il suffirait en effet d'élever l'eau de quelques mètres.

Il faudrait, il est vrai, de vastes bassins de décantation, mais encore d'une superficie extrêmement faible si on la compare aux surfaces de terrains qu'exige l'autre procédé.

Du reste, de telles installations existent, et ont fonctionné par ce système ; il suffirait de les reproduire à une plus grande échelle.

Pour donner une idée de l'installation nécessaire, nous prendrons comme exemple l'usine de Grimonpont, qui a été construite par MM. les ingénieurs des Ponts et Chaussées, pour un traitement journalier de 40.000 m³ d'une eau beaucoup plus impure.

Il faudrait pour Paris une usine dix fois plus grande ou plusieurs usines plus petites qui, ensemble, équivaldraient à celle-là.

Il n'y a là rien d'impossible. Certes à Paris on a entrepris et mené à bien des travaux beaucoup plus importants.

Du reste, les travaux nécessaires pour l'application du procédé par irrigation sont autrement considérables.

Mais, dans l'application du procédé au sulfate ferrique, on se trouve en présence d'une nouvelle difficulté, qui réside dans la masse considérable de dépôts boueux arrêtés dans les bassins de décantation.

Nous estimons la quantité de boue, produite par 24 heures dans le traitement des eaux de Paris, à 4 million de kilogrammes, soit environ 1000 m³, qu'il faudrait écouler d'une façon régulière. Ceci est indispensable pour permettre un fonctionnement continu.

C'est évidemment la grande objection qu'on fera au système ; nous

ne l'ignorons pas ; mais cette difficulté n'est pas insurmontable. Loin de là.

Il y a d'abord une solution tout indiquée, qui peut être appliquée immédiatement, car le matériel nécessaire existe et fonctionne. Cette solution, la voici.

L'amoncellement des matières solides, déversées par le collecteur dans le lit de la Seine, a nécessité la création d'un service de dragages, destiné à empêcher la formation de bancs de dépôt, et à maintenir le chenal de navigation à son profil constant. Ce service, dont l'importance augmente chaque année, exige un matériel spécial.

Deux dragues à vapeur doivent déjà travailler pendant toute l'année devant le débouché du collecteur. Elles remplissent des chalands d'une contenance de 80 mètres cubes qui sont ensuite remorqués jusqu'à la décharge, installée à environ 6 kilomètres en aval, le long des rives, sur les terrains bas. Là, un élévateur flottant opère la vidange des chalands, prend leur contenu et le dépose sur les berges.

On peut enlever ainsi de 1.200 à 1.500 mètres cubes de boue par jour.

Ce matériel pourrait parfaitement servir pour l'enlèvement des boues d'épuration.

Les dépôts obtenus avec le sulfate ferrique sont semi-fluides ; la vidange des bassins pourrait donc se faire sans difficulté au moyen de pompes. Il serait facile de refouler ainsi ces produits dans les chalands, qui les transporteraient plus loin, pour être déversés sur les berges de la Seine, dans les endroits où on dépose actuellement les boues enlevées à la drague. On s'en débarrasserait ainsi régulièrement.

Leur dessiccation peut se faire sur le sol sans inconvénient, sans dégagement d'odeur et assez rapidement, en quelques semaines.

On créerait ainsi sur les rives de la Seine d'excellents terrains de culture. Ces boues grossièrement séchées constituent, en effet, un excellent terreau, riche en azote, qui peut être utilisé immédiatement.

Du reste, si c'était nécessaire, on pourrait installer dans l'usine même des appareils mécaniques pour comprimer et sécher les boues à leur sortie des bassins, au fur et à mesure de leur production. De tels appareils existent (1).

Il suffit d'ailleurs de poser le problème, pour provoquer des solutions.

Le procédé au sulfate ferrique, appliqué aux eaux de Paris, serait plus simple, en ce qui concerne le travail des résidus, que dans le cas des eaux de l'Espierre ; les boues ne renfermant que des traces de matières grasses, le traitement par le sulfure de carbone, nécessaire sur les résidus de l'Espierre, serait ici inutile.

Les boues provenant de l'épuration des eaux d'égout de Paris, pourraient donc être livrées directement à l'agriculture. Les engrais de cette nature se vendent couramment. Aussi il y a tout lieu d'espérer qu'on arriverait à s'en débarrasser facilement.

Voyons maintenant quel serait le prix du traitement.

Dans tous les cas l'épuration des eaux d'égout de Paris entraînera de fortes dépenses et il est certain que la ville devra faire de gros sacrifices pour arriver à un résultat.

Quoiqu'il en soit, le procédé par le sulfate ferrique est certainement le plus économique.

Dans ce procédé, les frais de premier établissement et de fonctionnement seraient évidemment beaucoup moins élevés que dans le système d'épuration par le sol.

(1) A Burnley (Angleterre), les eaux d'égout sont épurées par un procédé chimique.

Les dépôts recueillis dans les bassins de décantation forment une masse contenant à peu près 90 % d'eau ; cette masse, passée au filtre-pressé, abandonne environ 40 % d'eau. On arrive ainsi à avoir un engrais transportable.

A l'usine de Burnley, on a monté 3 filtres-pressés de chacun 40 chambres, réduisant ensemble par jour 100 tonnes de vase à 20 tonnes de matière pressée.

L'opération est exécutée sans inconvénient, et la vase pressée est achetée par les fermiers des environs qui l'emploient comme engrais.

Il est facile de s'en rendre compte.

L'eau ne devant être élevée que de quelques mètres, il ne faudrait pas des moteurs aussi puissants et il en résulterait déjà une grande économie sur le matériel et le combustible.

La dépense en réactif s'élèverait à peine à un demi-centime par mètre cube, et nous estimons qu'il faudrait au maximum de 6 à 700.000 fr. de sulfate ferrique par an.

Il faut ajouter les frais de manipulation et de transport des boues qui équivaldraient à peu près aux frais de dragages actuels.

Mais les résidus seront peu à peu acceptés et même demandés par l'agriculture et on peut espérer, par la vente d'une partie ou de la totalité de ces boues, arriver à diminuer progressivement les frais de l'opération.

En résumé, le système d'épuration des eaux d'égout par le sulfate ferrique est pratique et efficace.

Il présente les mêmes avantages au point de vue agricole que le procédé par irrigation.

Il a sur lui cette supériorité de n'exiger qu'une surface restreinte et une installation moins coûteuse.

Il donne des résultats d'une régularité parfaite et il supprime toute inquiétude au sujet du fonctionnement en grand et du résultat.

Il est possible en tout temps et partout, quel que soit le volume d'eau à épurer.

Enfin cette solution est actuellement la moins onéreuse.

En terminant, nous tenons à déclarer que, si nous avons choisi les eaux d'égout de la ville de Paris, c'est parce que cet exemple était particulièrement commode pour la démonstration que nous voulions faire et, en outre, pour montrer que le système est applicable aux plus grandes villes.

En réalité, nous avons eu surtout pour but de réagir contre l'abandon dans lequel étaient tombés les procédés chimiques. Cet

abandon pouvait être justifié autrefois, il ne l'est plus aujourd'hui. Nous pensons qu'il y a lieu d'y revenir, au moins de les essayer à nouveau. Pour nous le résultat n'est pas douteux.

Avec le sulfate ferrique on tient enfin une solution tout à fait générale, complète et réellement pratique de ce problème, depuis si longtemps à l'étude, de l'épuration des eaux d'égout.

Nous avons la conviction que par la modicité de son prix et l'action remarquable qu'il a sur les eaux contaminées, ce sel est appelé à rendre les plus grands services pour l'épuration des eaux, car le problème, dont on se préoccupe à Paris depuis si longtemps, se pose également dans toutes les grandes villes.

DU RÔLE ET DE L'EFFICACITÉ
DES
ENVELOPPES DE VAPEUR
dans les machines Compound

Par M. A. WITZ.

Ingénieur des arts et manufactures
Docteur es-sciences
Professeur à la faculté libre des sciences de Lille.

Ayant été chargé de procéder aux essais de réception d'une machine Compound, de 625 chevaux, livrée par MM. Dujardin et C^{ie}, ingénieurs-constructeurs à Lille, à MM. J. Thiriez père et fils, filateurs à Loos, je fus amené à étudier et à organiser un ensemble de dispositions et d'appareils très complet, en vue d'assurer une grande rigueur à ces expériences et d'obtenir des résultats indiscutables : ces essais terminés, le désir me vint de profiter de cette installation, dont le fonctionnement avait été parfait, pour entreprendre quelques recherches scientifiques, pleines d'actualité, qu'on ne pourrait poursuivre dans aucun laboratoire, parce qu'elles demandent à être faites sur des moteurs de grande puissance, et qu'elles nécessitent, du reste, des frais trop considérables. L'occasion était donc unique : MM. Thiriez eurent l'obligeance d'autoriser la continuation des essais et, sans se laisser effrayer par l'étendue du programme qui leur fut soumis, ils mirent la plus grande condescendance à en faciliter l'exécution. Je les en remercie au nom de tous ceux qui s'intéressent à la théorie expérimentale de la machine à vapeur.

Le problème que je cherchais à résoudre était le suivant : déterminer le rôle et apprécier l'efficacité des enveloppes de vapeur dans les moteurs à multiple expansion et spécialement dans les Compound.

Pour les machines monocylindriques, la question est vidée ; le bénéfice des enveloppes est incontestable, et il n'y a pas à revenir sur les longues controverses d'autrefois : les faits ont parlé, la discussion serait oiseuse (1). Il n'en est pas de même pour les machines à détente en cascade dans des cylindres successifs : ici encore, l'utilité des enveloppes paraît démontrée, mais l'évidence n'est point aussi complète : aussi apprécie-t-on diversement l'importance du bénéfice réalisé par leur emploi ; d'autre part, les meilleurs constructeurs semblent différer d'avis sur le rôle spécifique des enveloppes, qu'ils font plus ou moins complètes et qu'ils appliquent dans des conditions variées. Les opinions sont encore flottantes, on s'en rend bien compte en lisant les ouvrages spéciaux et en étudiant les dispositifs adoptés par la pratique. Ce qui manque, ce sont des expériences décisives, absolument comparables, effectuées d'après un plan rationnel, d'une manière identique, sur une bonne machine, de manière à pouvoir conclure avec certitude.

Or, la machine Dujardin de MM. Thiriez était dans les conditions voulues ; je me suis donc efforcé de donner aux essais la direction et la rigueur requises, pour pouvoir définir le mode d'action des enveloppes et mettre en lumière les meilleures dispositions à adopter pour en retirer les avantages qu'elles peuvent procurer dans les machines Compound.

(1) M. Thurston l'a résumée dans un lumineux travail intitulé « Authorities on the Steam-Jacket, fact and current opinions », publié par la Société des Ingénieurs américains, novembre 1890.

I.

DESCRIPTION DE LA MACHINE.

La machine Dujardin est suffisamment connue pour que nous n'ayons point à la décrire longuement (1).

Elle appartient à la famille des Corliss : elle diffère du type général en ce que ses quatre obturateurs sont groupés à la partie inférieure du cylindre; cette disposition, imitée de la machine Wood de Bolton, a l'avantage d'améliorer les conditions de résistance du cylindre en réduisant de moitié la coupure qui correspond aux lumières, tout en diminuant légèrement le volume des espaces nuisibles. L'actionnement des tiroirs est d'ailleurs simplifié par ce dispositif, car un même excentrique peut conduire les quatre distributeurs : le déclat, qui met la durée de l'admission sous la dépendance du régulateur, permet de produire le déclanchement à un moment quelconque et de prolonger l'admission jusqu'aux $\frac{9}{10}$ de la course. Ce déclanchement est opéré par l'action d'un doigt, qui, au lieu d'être fixe pour un régime de vitesse déterminé, est, au contraire, mû par un excentrique spécial, calé comme la manivelle motrice. Le centre d'oscillation du levier, qui pousse le doigt, se déplace sous l'action du régulateur. Ce déclat est sensible et à action rapide.

(1) Voir notre petit *Traité de la machine à vapeur*, page 239. (Paris, J.-B. Ballière et fils, 1890.)

La machine, soumise à nos essais, est Compound ; ses dimensions sont les suivantes :

Diamètre du petit cylindre	660 ^m / _m .
Diamètre de la tige de piston avant et arrière.....	120 ^m / _m .
Surface effective du petit piston.....	3.308 ^{cm} ² ,08
Diamètre du grand piston : <i>s</i>	1.150 ^m / _m .
Diamètre de la tige de piston avant et arrière.....	120 ^m / _m .
Surface effective du grand piston : <i>S</i>	10.273 ^{cm} ² ,81.
Course commune des deux pistons.....	1 ^m ,350.
Constante du petit cylindre : $\frac{s c}{4.500}$	= 0,99242.
Constante du grand cylindre : $\frac{S c}{4.500}$	= 3,08214.
Volume du petit cylindre.....	446 ^{lit} ,6.
Espaces libres de ce cylindre	} avant..... 4,55 % } arrière.. .. 4,90 %
Volume du grand cylindre	
Espaces libres de ce cylindre	} avant..... 5,83 % } arrière. 5,94 %
Volumes relatifs des deux cylindres.....	
Volume du receiver et des tuyaux de communication ..	1.366 litres.
Vitesse de régime.....	64 révolutions.
Vitesse moyenne des pistons.....	2 ^m ,89.
Puissance nominale au $\frac{1}{11}$ d'admission.....	625 ex.

Ces chiffres n'exigent aucun commentaire ; nous ferons seulement observer que les volumes relativement considérables des espaces libres sont produits par les très larges sections de passage de vapeur admises par M. Dujardin comme une des conditions de bonne marche des moteurs Compound. Ces volumes sont corrigés par la compression, ainsi qu'en témoignent les diagrammes relevés sur cette machine : on sait du reste que, dans les Compound, les espaces libres ne sont pas des espaces nuisibles au même degré que dans les moteurs monocylindriques.

Les deux cylindres sont disposés à droite et à gauche du volant ; le condenseur est placé sous le sol, en avant du grand cylindre. Le receiver est installé transversalement, en dessous des cylindres.

Les deux cylindres sont pourvus de chemises de vapeur, qui

entourent entièrement les parois latérales, mais ne garnissent pas les fonds : le receiver est tubulaire et la vapeur de réchauffement circule autour des tubes que traverse la vapeur en passant du petit cylindre au grand. Les chiffres suivants permettent d'apprécier les conditions d'installation de ces enveloppes et l'étendue des surfaces de chauffe des parois :

<i>Petit cylindre</i> : Surface s de paroi	}	paroi latérale.....	= 3 ^{m²} ,350.
		2 fonds.....	= 0 ^{m²} ,684.
		Total	= 4 ^{m²} ,034.

Surface s' de chauffe de la chemise = 2^{m²},870.

Rapport $\frac{s'}{s} = 0,71$.

Volume v d'une cylindrée = 446^{lit},6.

Rapport $\frac{s'}{v} = 6,42$.

<i>Grand cylindre</i> : Surface s de paroi	}	paroi latérale.....	= 5 ^{m²} ,839.
		2 fonds.....	= 2 ^{m²} ,078.
		Total	= 7 ^{m²} ,917.

Surface s' de chauffe de la chemise = 5^{m²},000.

Rapport $\frac{s'}{s} = 0,63$.

Valeur v d'une cylindrée = 1.387^{lit},1.

Rapport $\frac{s'}{v} = 3,60$.

Receiver :

Nombre de tubes = 37.

Diamètre = 50 ^m/_m.

Longueur = 3^m,520.

Surface totale s' de chauffe = 24^{m²},500.

Volume du receiver v = 1.366^{lit}.

Rapport $\frac{s'}{v} = 17,93$.

L'enveloppe du receiver est alimentée directement par de la vapeur venant de la chaudière ; des tuyaux distincts montent de cette enveloppe du receiver aux chemises des cylindres : ce dispositif nous a permis de supprimer à volonté l'enveloppe du grand cylindre, en fermant la communication entre son enveloppe et celle

du receiver et plus tard de ne chauffer aucune enveloppe. Les diverses chemises sont, comme on le voit, remplies de vapeur stagnante. Les eaux formées par condensation sont recueillies par des extracteurs, d'un modèle spécial à la maison Dujardin et C^{ie}, placés en contre-bas, de telle sorte que le liquide produit soit évacué au fur et à mesure de sa formation et qu'il ne puisse séjourner dans les enveloppes.

Les générateurs, qui occupent une salle contiguë à celle de la machine, sont des chaudières à bouilleurs de la maison Meunier et C^{ie}, pourvues d'un réchauffeur économiseur Green; elles sont au nombre de trois et leur surface totale de chauffe mesure 418 mètres carrés, surface du réchauffeur comprise. La surface d'évaporation au niveau normal de l'eau est de 42 mètres carrés, chaque mètre donnant environ 85 kilogrammes de vapeur par heure; il s'évapore au plus 8^k,8 d'eau par mètre carré de surface de chauffe. Ces conditions sont excellentes pour éviter tout primage.

La conduite d'amenée de vapeur, de 230 ^m/_m de diamètre, n'a que 8 mètres de longueur entre la première chaudière et le petit cylindre: un ballon sécheur est placé sur cette canalisation pour dépouiller la vapeur de l'eau qu'elle pourrait entraîner accidentellement. Ce ballon n'était pas suffisamment protégé contre le refroidissement, lors de nos essais.

La perte de pression des chaudières au petit cylindre, mesurée d'une part par le manomètre étalon et d'autre part par les appareils Richard, n'a pas dépassé 5 pour cent: l'étendue des lumières d'admission ne contribue pas moins à ce résultat que la bonne installation des conduites que nous venons de décrire.

II.

DESCRIPTION DES ESSAIS.

Les essais de machines à vapeur sont délicats et difficiles et, pour être concluants, ils demandent à être préparés avec soin et conduits avec une grande rigueur. On peut se proposer comme modèles les expériences faites par Hirn et par les ingénieurs de son école : la méthode a été créée par le maître, mais elle a depuis lors été développée par MM. Hallauer, Leloutre, Dwelshauvers-Dery, Bryan Donkin, Thurston, Walther-Meunier, Bour, etc. Les procédés varient avec le but que l'on poursuit : mais la règle générale des essais est de les considérer comme une opération scientifique, dans laquelle il ne faut rien laisser au hasard et ne tolérer aucun à peu près.

Pour obtenir ce résultat, il convient d'abord de tout organiser à l'avance avec le plus grand soin, en dressant un plan détaillé de tout ce qu'il y a à faire et en s'entourant de collaborateurs zélés et habiles, entre lesquels on répartit les diverses besognes prévues au programme. Toutes choses étant ainsi disposées, il est extrêmement utile de procéder d'abord à une sorte de répétition générale, en effectuant une première expérience ; dans cet essai préparatoire, les installations et les appareils seront éprouvés et le mode opératoire se précisera en même temps que les auxiliaires, dont l'opérateur réclame le concours, se familiariseront avec leur tâche. On relèvera tous les chiffres, on les notera comme dans un essai réel, et l'on effectuera les calculs, de manière à ce que rien ne reste dans le

vague et que l'on n'omette aucune observation utile. Cette journée préliminaire ne sera pas une journée perdue, car elle supprimera tous les tâtonnements ultérieurs.

Au cours des essais, il est indispensable que toutes les manœuvres et tous les relevés se fassent avec une grande ponctualité, à l'instant précis qui a été marqué à l'avance : des carnets doivent être préparés avant l'opération, des tableaux doivent être dressés, dans lesquels chaque auxiliaire inscrira ses observations au fur et à mesure et sur lesquels on reportera toutes les données à la fin de la journée. De la sorte, on empêchera qu'aucun chiffre ne soit omis et il deviendra impossible d'en remanier aucun après coup.

Enfin les essais doivent être prolongés assez longtemps pour que les erreurs inévitables de la mise en route et de l'arrêt se répartissent sur un grand nombre d'heures : tous nos essais ont duré 12 heures, à l'exception d'un seul qu'il nous a fallu abrégé. Embrassant toute une journée, nos expériences se sont trouvées mieux comparables, parce qu'elles ont été faites dans des conditions identiques.

Telles sont les règles générales que nous nous sommes imposées et qui ont été strictement observées.

Les instruments de mesure dont il a été fait usage ont été l'objet d'une attention toute spéciale. Un manomètre étalon, comparé au manomètre à mercure et à air libre de mon laboratoire de la Faculté libre des Sciences de Lille, marquait la pression aux chaudières concurremment avec un enregistreur automatique ; un indicateur du vide, contrôlé de même, était placé sur le condenseur. Le temps était mesuré par un chronomètre Bréguet, marquant la seconde. La vitesse était donnée par un compteur totaliseur de tours. Tous les quarts d'heure, on notait la pression, le vide et le nombre de tours et l'on relevait, au commandement, les diagrammes simultanément sur les deux cylindres.

Les quatre indicateurs étaient du système Richard ; quatre opérateurs étaient chargés de prendre les diagrammes ; il leur avait été recommandé de laisser chauffer leurs appareils et de les purger

soigneusement avant de tracer les courbes. On prenait 200 diagrammes en 12 heures, et ce nombre était largement suffisant pour donner une moyenne exacte, vu la constance du travail, qui put être maintenue d'une façon inespérée, grâce aux mesures prises par MM. Thiriez.

Le tarage des ressorts est de la plus sérieuse importance dans des essais du genre de ceux que nous avons entrepris, dont la précision dépend surtout de l'évaluation des pressions moyennes par les ordonnées moyennes des diagrammes : ce tarage constitue, il faut bien le dire, la plus grosse difficulté de l'opération et nous y avons mis tous nos soins.

La méthode de la balance, qu'on emploie habituellement, n'est point à l'abri de toute critique, parce qu'elle comporte d'abord un aléa par la mesure toujours délicate de la section d'un piston, de petit diamètre, qui n'est pas absolument cylindrique, ni circulaire ; pour un piston de 20 m/m , une erreur de $2/10$ de m/m sur le diamètre constitue une erreur de 2 pour 100 sur la surface. De plus, cette méthode ne tient nullement compte du défaut d'étanchéité du piston ; or, une fuite légère suffit pour réduire sensiblement la pression effective sur le piston de l'indicateur par rapport à celle qui s'exerce réellement sur le piston du moteur, vu la longueur et la faible section des conduites, la rapidité des mouvements et l'inertie des pièces mobiles. Enfin il est assez difficile d'obtenir que la traction exercée par les poids dont on charge le ressort s'effectue bien suivant l'axe du cylindre, à moins qu'on n'emploie l'appareil de tarage de M. V. Lefebvre, dont on fait trop rarement usage. En somme, ces opérations sont difficiles, et il est bien plus exact de monter l'appareil sur un réservoir de grande capacité, renfermant de l'air comprimé dont on mesure la pression à l'aide d'un manomètre à air libre ; cette mesure faite, on ouvre le robinet de l'appareil et l'on trace un trait horizontal sur le papier ; la hauteur de l'ordonnée correspondante permet d'établir la flexion du ressort à cette pression. On peut opérer à chaud et à froid, à volonté, et à des pressions

variables pour découvrir la loi de flexion du ressort. Le tarage ainsi opéré constitue une véritable opération de laboratoire, très simple cependant quand on est installé pour la faire et en tous cas très précise. Les chiffres ci-après ont été obtenus par ce procédé : ils correspondent à la flexion moyenne comprise entre 6 et 4 kilog de pression effective. On remarquera que cette moyenne diffère de la flexion observée à la charge maximum de 6 kilogs : il y a donc lieu de distinguer entre l'échelle moyenne et l'échelle maximum. La première sert seule au calcul de la pression moyenne ; la seconde nous a permis de mesurer la pression initiale de l'admission, toujours voisine de 6 kilogs.

	ÉCHELLE MOYENNE.	Flexion à 6 K ^{GS} PAR CM ² .
PETIT CYLINDRE.		
	mm.	
Appareil Schæffer et Budenberg, ressort K : AV.	8,77	9,15
— Elliott, N° 12376, — M : AR.	9,85	9,78
GRAND CYLINDRE.		
Appareil Elliott, N° 12854, ressort H : AV.	29,11	—
— Id. 11961, — I : AR.	28,19	—

Dans un essai sérieux, il faut éviter de mesurer la quantité d'eau par son volume, parce que tout jaugeage implique, outre l'erreur spéciale qu'il comporte, une détermination rigoureuse des températures et une correction des volumes et des poids spécifiques : aussi avons-nous tenu absolument à ce que toute l'eau introduite dans les chaudières fût pesée. Cette pesée s'effectuait de la manière suivante.

Sur la plate-forme supérieure des chaudières était installé un réservoir en tôle, de grande capacité, dans lequel puisait la pompe d'alimentation : ce réservoir recevait l'eau d'une cuve supérieure, qui y déversait son contenu par un tuyau à robinet. Cette cuve était placée sur le tablier d'une bascule et chacune des charges était

pesée. L'essai préparatoire montra qu'il était avantageux d'opérer à charges identiques, parce qu'il y avait ainsi peu de poids à manier et à déplacer ; on introduisait donc chaque fois la charge dans la cuve, à 1 ou 2 kilogs près, et l'on faisait l'équilibre exact en ajoutant ou en retirant à la main, par une cuiller, ce qu'il fallait du liquide. Trois opérateurs étaient préposés à ce travail : l'on faisait la manœuvre et les deux autres inscrivaient séparément l'heure et le numéro d'ordre de la pesée ; on faisait en moyenne 8 pesées de 450 kilogs à l'heure.

Au début et à la fin d'un essai, le réservoir était rempli jusqu'à ce que l'eau débordât par un trou de déversement pratiqué dans le paroi. La hauteur de l'eau dans les chaudières était observée en arrêt, avant que la machine ne fût mise en marche ; on repérait le niveau de l'eau sur une réglette de bois fixée contre le tube de verre de l'indicateur. Les chauffeurs avaient l'ordre de reproduire le soir, à la fin de l'essai, les conditions du départ et l'on relevait alors de même le niveau sur la réglette : il fallait que la pression fût la même qu'au début de l'essai. Il est assez difficile de revenir très exactement aux conditions initiales et pourtant nous n'avons eu à faire que de très faibles corrections du chef de la variation du plein des chaudières, 100 kilogs au plus sur 42.000, soit $\frac{1}{420}$ au maximum (1). Nous avons pu, de la sorte, faire passer sur la bascule les 42 tonnes d'eau mises en œuvre pendant une journée de 12 heures de travail en limitant au minimum l'erreur d'évaluation dans une opération aussi importante.

Les eaux de purge ont également été pesées. C'est, croyons-nous, M. Schröter qui a indiqué la nécessité de refroidir les eaux de

(1) Nous insistons à dessein sur ces précautions, parce qu'elles sont rarement appliquées : nous avons sous les yeux un essai, dans lequel on a fait des corrections de plus de 1.800 kilogs sur 43.000, soit $\frac{1}{24}$; quelle approximation peut-on obtenir dans ces conditions, en calculant le volume de l'eau d'après les dessins de la chaudière, c'est-à-dire sur les données du chaudronnier ?

condensation, à leur sortie des extracteurs, en leur faisant traverser de longs serpentins immergés dans l'eau froide : nous n'avons eu garde de nous soustraire à cette sage prescription, car on s'exposerait, en ne la suivant pas, à perdre une certaine quantité d'eau par évaporation dans l'air. Nos serpentins avaient assez de développement pour que la température des eaux condensées ne dépassât pas 65° : on évitait ainsi toute projection de liquide et, en menant activement les pesées, l'on perdait si peu d'eau par évaporation dans les bacs, qu'il n'y avait pas lieu d'en tenir compte.

Ces indications suffisent pour faire apprécier le procédé par lequel ont pu être déterminés le travail en chevaux de chaque cylindre, les quantités de vapeur admises sur le piston et consommées dans les enveloppes, la dépense de vapeur par cheval-heure avec ou sans défalcation des purges, etc.

Les diagrammes ont été planés avec soin et le travail d'un premier opérateur, fait à l'aide d'un planimètre d'Amsler, a été revu et contrôlé par un second opérateur se servant d'un planimètre différent.

Pour tracer le diagramme moyen, nous avons fait la moyenne arithmétique des pressions moyennes de tous les 50 diagrammes relevés sur chaque face des deux pistons ; nous avons, d'autre part, fait la moyenne des admissions de la série, puis nous avons choisi parmi les diagrammes celui qui se rapprochait le plus de ces conditions moyennes. La différence s'est trouvée assez faible pour que nous ayons pu nous servir de ce diagramme pour quelques études calorimétriques du plus grand intérêt. Il n'entrait pas dans nos vues de faire l'étude calorimétrique complète. C'est pourquoi nous n'avons mesuré ni le rayonnement extérieur des enveloppes, ni les quantités d'eau évacuées hors du condenseur, ni les données nécessaires pour tracer le diagramme des échanges, d'après le remarquable procédé de M. Dwelshauvers-Dery.

Hirn n'omettait pas de déterminer le degré de siccité de la vapeur fournie au cylindre, et il employait à cet effet le calorimètre : ce

procédé a été critiqué par M. Leloutre (1) et ce savant ingénieur n a pas hésité à le condamner, parce qu'il donne quelquefois des résultats négatifs, comme si la vapeur était surchauffée; mais pourquoi ne tomberait-on pas accidentellement sur une veine de vapeur surchauffée? Il ne faut pas écarter, à priori, la possibilité de ce fait, puisqu'on l'observe en se servant d'un instrument contre lequel on ne peut formuler aucune objection sérieuse. D'ailleurs, l'emploi du calorimètre s'impose quand on veut déterminer la proportion de vapeur condensée dans une canalisation; le procédé chimique fait connaître l'eau entraînée hors de la chaudière, le calorimètre peut seul donner la proportion d'eau formée dans les tuyaux par condensation de vapeur. J'ai donc employé concurremment ces deux moyens de recherche de la manière qui suit.

Une prise de vapeur a été faite sur la canalisation au voisinage de l'entrée du cylindre, par un ajutage courbe, débouchant dans l'axe du tuyau et présentant son ouverture normalement au courant: cette vapeur traversait le serpentin d'un grand calorimètre, renfermant pour le moins 50 kilogs d'eau froide. On arrêtait le courant quand on jugeait qu'il s'était condensé dans le serpentin environ 4.500 grammes d'eau. Cette eau était recueillie et soigneusement pesée; les températures étaient prises très exactement, suivant les règles classiques de la calorimétrie. Nous donnons en note (2) la formule qui permet de calculer d'après ces données le poids d'eau x présent dans la vapeur parcourant la canalisation. A la suite de plusieurs essais, nous avons trouvé une valeur moyenne de x correspondante à 4,6 pour 100 d'eau. Or, cette eau, nous l'avons

(1) Voir le Mémoire de M. Leloutre sur la Théorie générale de la machine à vapeur, Bulletin de la Société des Ingénieurs civils, sept. 1872.

(2) Appelant p le poids d'eau condensée, M le poids en eau du calorimètre, T la température de la vapeur, t celle de l'eau du calorimètre et θ la température finale, qt la chaleur de l'eau, on a

$$x = \frac{p (606,5 + 0,305 T) - \theta - M (\theta - t)}{606,5 + 0,305 T - qt}$$

dit ci-dessus, peut provenir de la chaudière, ou bien elle s'est formée en route par condensation : comment le reconnaître ? Il faut avoir recours à une analyse chimique. Si nous salons, en effet, préalablement l'eau renfermée dans les chaudières, l'eau de primage entraînée hors des chaudières sera salée, tandis que celle qui se forme dans les tuyaux par condensation ne le sera pas. Au cas où nous trouverions du chlorure de sodium dans l'eau recueillie au calorimètre, il y aurait lieu de poser une équation fort simple, qui donnerait la proportion d'eau de primage, étant connue la teneur en sel de l'eau des chaudières. A l'aide d'une liqueur titrée d'azotate d'argent et de chromate de potasse, comme réactif colorant, on peut déceler les moindres traces de chlorure renfermée dans une eau. Hâtons-nous de dire que nous n'en avons découvert que des traces inappréciables. Par conséquent, toute l'eau accompagnant la vapeur s'était produite dans les tuyaux; la vapeur renfermait en moyenne 95,4 pour cent de vapeur sèche et 4,6 pour cent d'eau liquide à son entrée au petit cylindre.

III.

ÉTAT DE LA QUESTION.

« Il n'existe aucune expérience bien faite prouvant que l'enveloppe ait jamais causé une perte » ; c'est en ces termes que M. Unwin résumait la question, si longtemps controversée, des chemises de vapeur dans un remarquable article sur les derniers perfectionnements de la machine à vapeur (1). Les travaux de Combes, de Reech, de Hirn, de Hallauer, de Leloutre, de Rankine, d'Isherwood, de Willans, etc. (nous renonçons à les nommer tous), ont, en effet, dissipé tous les doutes et réfuté toutes les objections qui ont eu cours pendant tant d'années.

Toutefois, si l'accord s'est fait relativement à l'efficacité des chemises, il semble qu'il existe encore des divergences sérieuses dans l'appréciation des bénéfices qu'elles procurent. Les uns estiment qu'une enveloppe bien établie fait gagner de 16 à 25 pour cent, et ils considèrent ce gain comme une sorte de prime fixe, dont on peut gratifier la meilleure machine ; à leur sens, ceux qui obtiennent moins n'ont pas su tirer parti de ce merveilleux auxiliaire et ils n'ont qu'à s'en prendre à eux-mêmes. Les autres, au contraire, envisagent l'enveloppe comme un correctif, d'autant plus efficace que la machine en a plus besoin, mais dont l'action pourrait devenir très faible en des cas déterminés, pour certaines conditions d'établisse-

(1) *Revue générale des Sciences*, 30 décembre 1892.

ment et de fonctionnement du moteur. Cette dernière opinion, qui paraît la plus rationnelle et la plus juste, s'appuie sur des arguments théoriques décisifs et sur des faits pratiques très probants. Et d'abord, il ressort des travaux de Hirn aussi bien que de ceux de M. Zeuner, que l'enveloppe de vapeur n'a sa raison d'être, que lorsqu'il y a de l'eau liquide dans le cylindre, dans la phase de la détente : l'eau ruisselant sur les parois au moment où commence l'échappement, voilà l'ennemi ; il faut l'éviter à tout prix et s'il est impossible d'empêcher sa production, il faut la supprimer en l'évaporant avant l'échappement. Or, ce résultat peut être obtenu par l'enveloppe : c'est ainsi qu'elle agit. « La chemise de vapeur, dit M. Leduc (1), cesserait d'être efficace, si elle ne parvenait pas à assécher le cylindre. » Réciproquement, il n'y aurait pas lieu d'y recourir, si la vapeur était et restait sèche ; elle constitue donc réellement un correctif, dont l'intervention est le plus souvent utile, car la vapeur est presque toujours accompagnée d'eau, mais dont le bénéfice varie non-seulement avec le type du moteur, mais encore et bien plus avec les conditions de sa marche. Les nombreuses expériences de M. Bryan-Donkin le constatent, puisqu'elles ont fait ressortir une amélioration variable de 10 à 35 % sur le rendement, suivant les machines et suivant les cas (2) ; les beaux essais de M. Delafond sur une Corliss du Creusot le montrent mieux encore, attendu que le boni donné par une même enveloppe, fonctionnant de même, a passé de 17,5 à 1 % selon les circonstances de la marche (3).

En thèse générale, les chemises sont d'autant moins efficaces que, la détente restant la même, la pression est moindre ; que, la pression restant la même, l'admission est plus longue ; que, toutes choses égales d'ailleurs, la vitesse du piston est plus grande, la

(1) *Étude de Thermodynamique expérimentale*. Paris, Dunod, 1881.

(2) *Bulletin de la Société Industrielle de Mulhouse*, 1888.

(3) *Annales des Mines*, VIII, tome 6, page 197 à 259, 1884.

compression plus forte, la vapeur plus sèche, le cylindre plus court relativement à son diamètre. Dans une machine fonctionnant à 4 kilogs de pression, dépourvue de condenseur, marchant à pleine admission, avec vapeur sèche, l'enveloppe serait une superfétation inutile, souvent même coûteuse ; il en serait de même pour une machine alimentée de vapeur surchauffée ; même conclusion, si le perfectionnement « dernier et final » recherché par M. le professeur Thurston était réalisé par la découverte d'un enduit intérieur mauvais conducteur et de faible capacité calorifique, la vapeur admise étant sèche (1). Le génie clairvoyant de Corliss avait analysé à fond le rôle de l'enveloppe et, s'il ne munissait pas de chemises les cylindres de ses machines, c'était parce qu'il marchait d'abord à faible pression, à longue admission et à grande vitesse. Dans ces conditions, l'enveloppe lui eût donné un bénéfice de 1,7 pour cent, que l'ingénieur américain avait assurément tort de dédaigner, mais qui ne lui paraissait point suffisant pour justifier une semblable complication : les chiffres suivants que j'extraits du travail de M. Delafond montrent que l'amélioration du rendement était en effet peu notable à ce régime de marche.

	Pression.	Admission	Tours.	Travail indiqué.	Consom- mation par cheval-heure indiqué.
	k.			chevaux.	k.
Avec enveloppe.....	4,38	0,250	59,0	196,7	8,30
Sans enveloppe.....	4,30	id.	59,2	188,2	8,43

Le travail a augmenté, comme il arrive toujours, mais la consommation par cheval-heure indiqué a fort peu diminué du chef de l'enveloppe.

(1) Voir sur cette question le remarquable article de M. Dwelshauvers-Dery publié dans la *Revue générale des Sciences*, le 15 février 1892.

En définitive, les plus chauds partisans des enveloppes, et je suis de ce nombre, doivent reconnaître que leur emploi améliore parfois le rendement du moteur dans une proportion fort minime.

Cela posé, on peut se demander si la chemise de vapeur doit être appliquée aux machines à multiple expansion et dans quelle proportion elle doit être appliquée. Puisque l'enveloppe est un correctif des imperfections des machines, y a-t-il lieu d'y recourir pour une machine dont le type est plus parfait et dans laquelle l'influence nuisible des parois est considérablement réduite ? D'autre part, étant donné qu'il y a plusieurs cylindres à revêtir et que les chemises occasionnent par suite une plus forte dépense dans les machines polycylindriques, le bénéfice minime qu'on peut espérer, suffit-il pour compenser l'augmentation des frais d'intérêt et d'amortissement ? Voilà des questions dont l'actualité est incontestable et dont l'importance frappera tous ceux qui savent où en est aujourd'hui la théorie des machines à vapeur ; en l'état des choses, aucun perfectionnement n'est à dédaigner et devant la concurrence du moteur à gaz qui progresse rapidement, il importe de ne rien négliger de ce qui peut améliorer le rendement du moteur à vapeur, ne fut-ce que 2 à 3 pour cent.

Que les machines à multiple expansion soient plus parfaites théoriquement que les machines monocylindriques, il n'y a pas à en douter (1) ; leur perfection relative est due précisément à ce que le système de détentes successives, opérées dans des cylindres mis à la suite, a pour effet de resserrer entre des limites plus étroites les variations de température auxquelles chaque cylindre est soumis. L'influence des *fuites de chaleur* est donc restreinte ; en particulier, la condensation à l'admission est considérablement réduite. Dans une Corliss essayée par Hallauer, admettant à 0,080, cette conden-

(1) Voir à ce sujet notre Étude théorique et expérimentale sur les machines à vapeur à détentes successives, publiée dans le *Bulletin de la Société industrielle du Nord*, 1890.

sation atteignait 46 pour cent ; elle était de 29 pour cent dans les expériences de M. Delafond sur la machine Corliss du Creusot, quand l'admission était de 0,067, et cela malgré une enveloppe de vapeur très active ; elle était encore évaluée à 47 pour cent, pour une admission de 0,155 dans les mêmes conditions. Or, dans les Compound, cette condensation est beaucoup moindre et M. Willans a relevé les chiffres suivants, qui sont caractéristiques.

	Pression.	Admission.	Condensation.
Machine monocylindrique.....	k. 5,63	0,313	23,7 %
Machine Compound.....	id.	Même admission au petit cylindre	5,2 % (1)

Les avantages de la multiple expansion au point de vue de l'action de paroi se manifestent surtout par ce fait que la détente peut être prolongée avantageusement beaucoup plus dans les machines polycylindriques que dans les monocylindriques. Dans ces dernières, la meilleure détente est de 6 à 8 fois, suivant la pression initiale ; on constate une diminution de rendement dès qu'on dépasse cette limite ; dans les Compound au contraire, il est utile de prolonger la détente jusqu'à 15 et on le fera même jusqu'à 25 dans les machines à triple expansion.

En insistant sur l'étude *physiologique* (le mot est de M. Ledieu) de la machine à vapeur, nous pourrions multiplier les arguments par lesquels s'établit la prééminence des compound au point de vue de l'action des parois ; mais nous en avons dit assez pour démontrer que cette action y est moins nuisible ; l'intervention du calorique fourni par les chemises de vapeur sera donc forcément moins effi-

(1) Ce résultat est exceptionnel, mais fort concluant.

cace, et ces chemises ne s'imposent plus aussi impérieusement dans ce genre de moteurs. Aussi est-il des constructeurs qui les ont totalement supprimées ; cette solution est peut-être trop radicale, mais le fait en lui-même est significatif et il appelle l'étude. La majorité des constructeurs a gardé les enveloppes dans les Compound, mais avec des réductions ou des modifications importantes dans l'application. Dans les machines marines, on n'enveloppe souvent de vapeur que le grand cylindre. MM. Sulzer entourent le grand cylindre par la vapeur venant du receiver ; d'autres constructeurs chauffent ce cylindre par de la vapeur détendue, et cette pratique se généralise. Pour ce qui est du receiver, Benjamin Normant l'établissait dans la botte à fumée des foyers pour le réchauffer, voire même le surchauffer ; d'autres au contraire ne le réchauffent pas du tout, et c'est ce que font aussi MM. Sulzer, qui en sont venus à supprimer les enveloppes aussi bien que les faisceaux tubulaires dont ils garnissaient le réservoir intermédiaire ; entre ces deux manières de faire si divergentes, il y a place pour toute une série de dispositifs plus ou moins complets, qu'il est inutile de décrire.

Ces diverses pratiques ont sans doute été adoptées à la suite d'essais méthodiques et de recherches expérimentales, dont les résultats ont dû être assez nets pour décider les constructeurs à réduire en tout ou en partie l'étendue des surfaces de chauffe de leurs cylindres. Cependant, il a été publié fort peu de chose sur la question.

En 1855, Hirn relevait une économie de 24,5 pour cent produite par l'emploi de l'enveloppe dans la machine Woolf qu'il étudiait alors.

Les expériences de MM. Donkin, Loring et Emery, Kennedy, Reynolds, etc., recueillies par M. Thurston et comparées par lui dans son étude sur les enveloppes (*Authorities on the Steam Jacket*, Novembre 1890) prouvent que le bénéfice des enveloppes peut varier de 4 à 38 pour cent dans les Compound. Mais le savant Américain mentionne par contre aussi l'opinion motivée de

M. Longridge, d'après lequel les chemises de vapeur seraient inutiles dans ces mêmes machines.

M. Emery a fait une très curieuse étude (1) sur la machine Compound du navire Bache, qu'il a fait fonctionner successivement comme machine Compound et comme machine monocylindrique, en utilisant alors le grand cylindre seul : il n'y avait d'enveloppe qu'à ce cylindre. Dans le premier cas, l'enveloppe fit gagner 8,6 pour cent, dans le second 43,0 pour cent, sur la consommation de combustible, la pression de la vapeur étant la même et égale à 5 k, 6.

M. Mair Rumley a aussi publié le résultat d'essais faits sur une machine Woolf, avec ou sans enveloppe ; dans le premier cas, la détente était égale à 9,56, dans le second à 7,77, pour le même travail produit, ce qui met bien en lumière l'action ordinaire des enveloppes, dont le premier effet est d'augmenter le travail développé. L'enveloppe fit aussi baisser la consommation par cheval-heure indiqué de 8 k. 73 à 7k. 39, ce qui correspond à un bénéfice de 9,62 pour cent.

Les quantités d'eau liquide présentes dans le cylindre aux diverses phases du cycle étaient les suivantes :

	Avec enveloppe.	Sans enveloppe.
Fin de l'admission.....	37,7 %	34,0
Fin de la course au petit cylindre.....	21,5 %	28
Fin de la course au grand cylindre.....	14,3 %	35,2

L'enveloppe était donc très efficace dans cette machine ; il y avait beaucoup d'eau à évaporer, elle le faisait en partie, elle devait par conséquent être utile ; elle l'eût été davantage, si elle avait complètement asséché la vapeur.

(1) Cf: *Sinigaglia*. Traité des machines à vapeur, traduction de Billy, page 124, Paris, Octave Doin, 1890.

MM. Sulzer sont partisans des enveloppes partielles, ainsi que nous l'avons déjà vu ; ils ont observé que pour une machine Compound de 300 chevaux, la consommation décroissait de 7 k. à 6 k.5, quand ils chauffaient l'enveloppe du grand cylindre en faisant circuler autour de ce cylindre la vapeur venue du receiver, au lieu de prendre de la vapeur vierge des chaudières ; cela fait 7 pour cent de boni.

Les mêmes constructeurs ont constaté que le chauffage du receiver par une enveloppe spéciale augmentait de 0 k. 223 la consommation par cheval-heure indiqué pour une Compound de 400 chevaux. C'est sans doute cet essai qui leur a fait abandonner le chauffage du receiver.

Voici enfin un essai fort concluant de M. Lhoest, effectué sur une machine Woolf, construite à Tirlemont dans les ateliers de M. Gilain : nous empruntons les chiffres qui suivent à une communication de M. Vinçotte, au Congrès des ingénieurs en chef des Associations des propriétaires d'appareils à vapeur, tenu à Bruxelles, du 8 au 11 juillet 1877. Les dimensions principales de cette machine étaient :

Diamètre du petit cylindre = 513 ^m/_m. Course = 1^m,312.

— grand — = 795 ^m/_m. Course = 1^m,800.

Rapport des volumes des cylindres = $\frac{1}{3,31}$

Nombre de tours par minute : 25.

Les essais, que M. Vinçotte déclare très précis, ont donné les résultats ci-dessous :

	GRAND CYLINDRE	
	enveloppé.	non enveloppé.
Pression à l'entrée du cylindre.....	4,10 atm.	4,03 atm.
Travail indiqué en chevaux.....	122,63	120,49
Consommation par cheval-heure indiqué.	8k.,580	8k.,530

Ce cas est très remarquable : l'enveloppe a été en effet très active, et pourtant, appliquée au grand cylindre seul, elle n'a donné aucun bénéfice. En établissant le bilan de la consommation, on constate que la présence de la vapeur dans l'enveloppe a réduit de 7,7 pour cent la quantité de vapeur consommée sous le piston, mais que d'autre part elle a majoré la consommation totale d'une quantité égale, de telle sorte qu'il y a eu compensation exacte. Il est à remarquer que la détente était variable au petit cylindre et que le tuyau mobile faisant office de glissière entre les cylindres ne se vidait jamais et qu'il était entièrement entouré par la vapeur admise au petit cylindre ; il constituait par suite une sorte de receiver, fort réduit, il est vrai, mais enveloppé.

Les expériences que nous possédons conduisent, en somme, à des conclusions assez incohérentes, sur lesquelles il serait difficile d'appuyer une opinion nette et catégorique.

Faut-il appliquer des enveloppes aux Compound ?

Les faut-il complètes ou partielles ?

Le receiver doit-il en être pourvu ?

Il serait malaisé de dégager une donnée bien précise des essais qui viennent d'être rapportés. Très caractéristiques dans l'espèce, ils ne permettent néanmoins pas de répondre aux questions que nous venons de poser, parce qu'il leur manque une base commune de comparaison. Pour conclure avec certitude, il faudrait opérer sur une machine déterminée, bien établie, donnant un excellent rendement, permettant de supprimer tour à tour l'une ou l'autre des enveloppes et de comparer les consommations relevées dans des conditions absolument identiques par ailleurs.

C'est ce que j'ai essayé de faire ; nous verrons que je me trouvais dans les meilleures conditions pour réussir.

IV.

RÉSULTATS DES ESSAIS.

Nous avons dressé deux tableaux synoptiques des divers résultats obtenus dans nos huit journées d'expérience.

Deux essais ont été faits d'abord en chauffant toutes les enveloppes, avec ou sans fuite d'air à la partie supérieure des cylindres ; il est manifeste que la fuite d'air augmente l'activité des chemises, attendu que nous voyons augmenter le poids total des purges ; mais l'efficacité est en proportion directe de l'activité et elle progresse avec elle, car la consommation de vapeur par unité de travail diminue. Ces deux essais sont donc intéressants à comparer.

Deux essais ont été dirigés en vue de découvrir le rôle de l'enveloppe du receiver : ce sont les essais III et IV. Dans le premier, la chemise du receiver était alimentée de vapeur ; dans le second, elle ne renfermait que de l'air, mais des précautions spéciales avaient été prises en vue de protéger le receiver contre tout refroidissement extérieur et il avait été entouré de copeaux de bois et soigneusement encaissé.

Les essais V et VI ont été effectués sans chauffage de l'enveloppe du grand cylindre, avec ou sans fuite d'air : les enveloppes du petit cylindre et du receiver étaient donc seules alimentées.

Dans l'essai VII, l'enveloppe du receiver était seule alimentée de vapeur.

Enfin, nous avons fait une dernière expérience sur notre Compound en ne chauffant aucune chemise. Mais la présence d'une enve-

loppe d'air constitue évidemment une protection très effective contre le refroidissement externe, et nous nous trouvons dans le cas d'une machine parfaitement garnie de calorifuge.

Nous désignons par les symboles I, II et R les enveloppes du petit, du grand cylindre et du receiver.

Un premier tableau donne les chiffres de consommation des huit épreuves. (pages 26-27).

Ce premier tableau renferme toutes les données industrielles qu'il était intéressant de relever ; on y trouve tous les éléments du calcul du travail et de la consommation. Trois chiffres de consommation sont à considérer suivant la manière dont on tient compte de l'eau des purges ; A est la consommation brute renfermant toute la vapeur qui a traversé les cylindres et leurs chemises ; B est la consommation nette, après défalcation du calorique réintégré aux chaudières par l'eau des purges (1) ; C est la consommation de vapeur sur le piston. Ces trois chiffres sont également utiles à connaître.

Mais ce tableau est incomplet, en ce qu'il ne fournit pas les données thermiques de la marche : ces données ont été réunies dans un second tableau. (pages 28-29) Il n'y avait aucune utilité à retenir les huit essais et nous avons préféré nous limiter aux essais II, IV, VI, VII et VIII, qui constituent cinq types distincts, correspondants aux différences les plus essentielles du fonctionnement des enveloppes.

(1) Cette seconde manière d'évaluer les consommations est correcte, attendu que l'eau de condensation des purges peut être ramenée aux chaudières et que son calorique n'est donc point perdu. L'enveloppe ne consomme, à vrai dire, que la chaleur dite latente de la vapeur qui la traverse. On doit, par conséquent, rapporter à l'actif du moteur la chaleur du liquide.

Ainsi, prenons de la vapeur à 165°,5 :

$$\lambda = \text{chaleur totale de la vapeur} = 656,98.$$

$$r = \text{chaleur latente de la vapeur} = 489,48.$$

$$q = \text{chaleur du liquide} = 167,5.$$

Pour réintégrer q , évaluons le poids x de vapeur équivalent en chaleur aux 167,5 calories du liquide : $x = \frac{167,5}{656,98} = 0,255.$

Il y a donc lieu de défalquer de la consommation des enveloppes les 255 millièmes du poids des purges recueillies et pesées.

TABLEAU

Numéro des essais.....	I II			
	Enveloppes I, II et R chauffées			
Conditions des essais.....	sans fuite d'air	avec fuite d'air		
Durée	12 heures	12 heures		
Nombre de tours	46494	46519		
Pression moyenne aux chaudières	6k.,27	6,32		
Vide moyen au condenseur.....	66cm,1	64,6		
Pression moyenne barométrique.....	75cm,46	75,86		
Vitesse en tours par minute	64,57	64,60		
Pression moyenne à l'admission.....	6k.,00	6,04		
Pression moyenne aux diagrammes	P C... {	A.....	2k.,174	2,089
		R.....	2k.,180	2,293
	G C... {	A.....	0k.,591	0,644
		R.....	0k.,714	0,697
Travail indiqué en chevaux.....	au P C.....	278ex,963	280,951	
	% du total	51,78	51,29	
	au G C...	259ex,695	266,883	
	% du total	48,22	48,71	
Travail indiqué total en chevaux.....	538ex,658	547,834		
Nombre de chevaux-heure.....	6463,896	6574,008		
Consommation totale de vapeur A	42072k.	41432		
Purges des enveloppes I, II et R	4405k.	5010		
% de la consommation A	10,47	12,09		
Consommation B après déduction des calories réintégrées aux chaudières.....	40949k.	40149		
Consommation C sur piston	37667k.	36422		
Consommation par cheval-heure indiqué	A.....	6k.,509	6,302	
	B.....	6k.,335	6,107	
	C.....	5k.,827	5,540	
Détente totale.....	18,5	17,1		
Eau condensée dans les enveloppes par cheval-heure indiqué.	0k.,681	0,762		

I. TABLEAU

III IV		V VI		VII	VIII
Enveloppes I et II chauffées		Enveloppes I et R chauffées		ENVELOPPE R	Aucune
Receiver entouré de tresses.	Receiver encaissé et mieux protégé	sans fuite d'air	avec fuite d'air	seule chauffée	enveloppe chauffée
12 heures	12 heures	12 heures	12 heures	12 heures	5h. 30m.
46366	46514	46670	46752	47225	21611
6,28	6,27	6,21	6,28	6,20	6,25
64,5	65,0	66,9	66,1	67,0	66,3
76,45	75,51	74,74	75,90	76,19	75,46
64,39	64,60	64,82	64,93	65,59	65,48
5,98	6,00	5,93	5,98	5,92	5,97
2,417	2,243	2,308	2,354	2,450	2,754
0,584	0,582	0,587	0,558	0,579	0,483
317,870	311,685	288,395	297,929	295,905	332,716
56,74	56,40	53,07	54,80	53,16	60,46
242,382	240,933	255,013	245,775	260,713	217,560
43,26	43,60	46,93	45,20	46,84	39,54
560,252	552,618	543,408	543,704	556,618	550,276
6723,024	6631,416	6520,896	6524,448	6679,416	3026,518
40782	40987	42062	42087	44178	19814
2144	2178	4059	4210	4016	0
5,25	5,31	9,65	10,00	9,08	0
40235	40432	41027	41014	43154	19814
38638	38809	38003	37877	40162	19814
6,067	6,181	6,450	6,450	6,614	6,547
5,985	6,097	6,291	6,286	6,461	6,547
5,747	5,852	5,828	5,805	6,013	6,547
15,5	16,1	18,5	16,05	16,4	15,0
0,318	0,328	0,622	0,645	0,603	0

TABLEAU

	II.							
Numéro des essais.....								
Conditions des essais.....	Toutes les enveloppes chauffées.							
Pression à l'admission au petit cylindre.....	6 ^k , 04							
Température T de la vapeur admise.....	164°,23							
Température t du condenseur.....	30°,9							
Coefficient économique $\rho = \frac{T-t}{T} = 1 - \frac{t}{T}$	0,305							
Purges des enveloppes	<table border="0"> <tr> <td rowspan="3" style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">}</td> <td>enveloppe I (% de la consommation) ..</td> <td>725^k (1,75 %)</td> </tr> <tr> <td>enveloppe II d° ..</td> <td>879^k (2,12 %)</td> </tr> <tr> <td>enveloppe R d° ..</td> <td>3.406^k (8,32 %)</td> </tr> </table>	}	enveloppe I (% de la consommation) ..	725 ^k (1,75 %)	enveloppe II d° ..	879 ^k (2,12 %)	enveloppe R d° ..	3.406 ^k (8,32 %)
}	enveloppe I (% de la consommation) ..		725 ^k (1,75 %)					
	enveloppe II d° ..		879 ^k (2,12 %)					
	enveloppe R d° ..	3.406 ^k (8,32 %)						
Admission moyenne au petit cylindre.....	$0,181 = \frac{1}{5,51}$							
Vapeur humide consommée par coup de piston dans les cylindres et les enveloppes..... a	0 ^k , 445							
Vapeur humide admise sur le piston par coup..... c	0 ^k , 391							
Vapeur sèche d°..... c ₁	0 ^k , 374							
Même poids calculé par le diagramme, espace nuisible compris, compression déduite..... c'	0 ^k , 322							
Différence c ₁ - c'.....	52 ^{gr}							
Condensation à l'admission.....	14 %							
Vapeur sèche renfermée dans le P. C. à fin d'admission.... d	0 ^k 368							
D° aux $\frac{9}{10}$ de la course..... e	0 ^k 380							
Phénomène accompagnant la détente.....	Évaporation de 32 %							
Eau présente dans le cylindre à fin de course.....	0 ^k 011							
Valeur de γ dans la formule $p v \gamma = \text{const.}$	0,98							
<hr/>								
Travail indiqué total P i.....	547 ^{ex} ,834							
Consommation brute de vapeur humide (0,954) par ch.-h.-ind...	6 ^k , 302							
Calories correspondantes M.....	3.975,701 ^{cal}							
Kilogrammètres correspondants = ρ 425 M.....	517.943 ^{kgms}							
Rapport $\rho = \frac{\text{travail indiqué}}{\text{travail disponible}} = \frac{270.000}{K}$	0,521							
Travail absolu total P a.....	636 ^{ox} ,172							
Travail absolu par coup de piston.....	22.154 ^{kgms}							
Calories de la vapeur admise par coup de piston L c.....	248,213 ^{cal}							
Kilogrammètres correspondants = ρ 425 L c.....	32.175 ^{kgms}							
Rapport $\rho'' = \frac{\text{travail absolu}}{\text{travail disponible}}$	0,688							

II.

IV.	VI.	VII.	VIII.
Enveloppes I et II chauffées.	Enveloppes I et R chauffées.	Enveloppe R seule chauffée.	Aucune enveloppe chauffée.
6,00	5,98	5,92	5,97
164°,00	163,90	163,54	163,84
30,5	32,0	32,1	31,5
0,306	0,302	0,301	0,303
718 ^k (1,75 %)	676 ^k (1,75 %)	—	—
1.460 ^k (3,56 %)	—	—	—
—	3.534 ^k (8,34 %)	4.016 ^k (9,08 %)	—
$0,193 = \frac{1}{5,18}$	$0,188 = \frac{1}{5,32}$	$0,189 = \frac{1}{5,28}$	$0,207 = \frac{1}{4,82}$
0,441	0,450	0,468	0,458
0,417	0,405	0,425	0,458
0,398	0,386	0,406	0,437
0,344	0,330	0,330	0,366
54	56	76	71
14 %	15 %	18 %	17 %
0,385	0,376	0,375	0,407
0,339	0,380	0,369	0,378
Évaporation de 3,5 %	Évaporation de 1,1 %	Condensation de 1,6 %	Condensation de 7,1 %
0,018	0,025	0,056	0,080
1,01	1,03	1,03	1,04
552,618	543,704	556,618	550,276
6,181	6,450	6,614	6,547
3.918,443	4.088,578	4.191,980	4.150,004
509.594	524.792	536.259	354.417
0,529	0,514	0,503	0,505
625,621	614,487	630,139	628,598
21.790	21.292	21.616	21.888
264,471	285,833	269,506	290,590
34.394	36.687	34.477	37.421
0,633	0,580	0,626	0,584

Nous nous sommes bornés à calculer les éléments pouvant jeter quelque lumière sur le rôle et l'efficacité des trois enveloppes du petit, du grand cylindre et du receiver.

Ce second tableau demande quelques explications.

Le coefficient économique $\rho = 1 - \frac{t}{T}$ nous donne le rendement maximum d'une machine dont le cycle est compris entre les températures t et T , en supposant que ce cycle fût celui de Carnot. Le rapport ρ' est le rapport entre le travail réellement produit sur les pit ons de notre machine (270.000 kilogrammètres par cheval-heure) et le travail qui pourrait être produit par les calories apportées par la vapeur : c'est le rendement générique du moteur ; il est rapporté au travail indiqué et à l'heure. On eût pu l'évaluer en fonction du travail absolu (correspondant au vide absolu au condenseur) et le rapporter à chaque coup de piston : c'est ainsi qu'a été calculé le coefficient ρ'' , qui est une seconde forme du rendement générique.

Les purges des enveloppes sont comparées à la consommation totale : leur importance relative apparaît mieux de la sorte.

La consommation de vapeur par coup de piston (a) est calculée d'après la dépense totale A ; la quantité de vapeur admise sur le piston par coup (c) est déduite de C : la teneur de la vapeur en eau liquide étant connue, nous avons déterminé c_1 . La valeur de c' est, au contraire, évaluée d'après le diagramme, par le procédé de Hirn. Les diagrammes ont des abscisses proportionnelles aux courses du piston et des ordonnées qui représentent les pressions, à l'échelle du ressort ; en prolongeant la courbe de détente jusqu'à sa rencontre avec la ligne de pleine pression, prolongée de même, on corrige l'incertitude qui résulte de l'arrondi de la courbe et l'on arrive à déterminer assez exactement la fraction de course d'admission au petit cylindre. On connaît donc le volume engendré par le piston pendant la période d'introduction à pleine pression : il faut y ajouter les espaces nuisibles pour avoir le volume réellement occupé par la vapeur. Or, la pression de la vapeur et partant son poids spécifique sont connus et, du même coup, le poids de vapeur sèche renfermée

derrière le piston ; il faut en déduire le poids de vapeur refoulé dans l'espace nuisible et dans la phase de compression, et c'est ainsi qu'on calcule c' . La différence $c_1 - c'$ entre la vapeur admise et la vapeur réellement présente derrière le piston donne la condensation à l'admission.

De même à la fin de l'admission et aux $\frac{9}{10}$ de la course (l'orifice d'échappement n'étant pas encore ouvert) les ordonnées font connaître la pression, les abscisses donnent le volume de la vapeur, d'où l'on connaît le poids de la vapeur sèche actuellement présente derrière le piston : c'est d et e . Remarquons la différence qui existe entre c' et d : c' est le poids de la vapeur sèche admise, d est le poids de la vapeur sèche présente dans le cylindre.

La comparaison de d et e permet d'apprécier le phénomène de condensation ou de détente produit pendant la durée de l'expansion.

La valeur de l'exposant γ de la formule de détente adiabatique $p v^\gamma$ est très importante à connaître : on la détermine par le procédé suivant.

On a :

$$p v^\gamma = p_1 v_1^\gamma$$

d'où :

$$\frac{p}{p_1} = \left(\frac{v_1}{v} \right)^\gamma,$$

et :

$$\gamma = \frac{\log p - \log p_1}{\log v_1 - \log v}$$

La connaissance de γ permet aussi de calculer fort exactement le volume v_0 correspondant à l'admission, car il suffit de mesurer p_0 , la pression initiale, et p_2 et v_2 , les pression et volume à un moment quelconque de la détente, pour pouvoir en déduire v_0 .

En effet,

$$\frac{p_0}{p_2} = \left(\frac{v_2}{v_0} \right)^\gamma,$$

et

$$\log v_0 = \log v_2 - \frac{\log p_0 - \log p_2}{\gamma} ;$$

v_0 est donc connu. La longueur de l'admission déterminée par ce moyen est concordante avec le résultat du procédé graphique indiqué ci-dessus.

Les tableaux de chiffres doivent être complétés par des tracés graphiques, qui ont l'avantage de mieux synthétiser les faits. C'est pourquoi nous avons reproduit, dans les planches I et II, le diagramme moyen du second essai, et les diagrammes totalisés de six essais, pour la face arrière des pistons : l'effet des enveloppes se révèle aux yeux par la position des courbes réelles de détente par rapport à l'hyperbole équilatère $pv = p_1 v_1$, qui exprime la loi de Mariotte et que nous avons tracée en rouge sur le dessin.

On regrettera peut-être que les admissions ne soient point restées égales sur les deux faces du piston : M. Dwelshauvers-Dery a fait observer avec beaucoup de justesse qu'il était très désirable que, pour les deux courses, la détente se fit absolument de même sur chaque face, et nous partageons entièrement sa manière de voir. Mais les machines à dé clic et à marche rapide, ne permettent pas d'assurer la constance de l'admission à l'avant et à l'arrière pendant un long essai, attendu qu'il suffit d'une goutte d'huile sur les contacts de butée des tiroirs ou d'un léger serrage dans le dashpot, pour accélérer ou ralentir la fermeture du tiroir d'admission ; or, dans une machine donnant 128 coups par minute, le coup dure moins d'une demi-seconde et il suffit d'une variation de $\frac{1}{100}$ de seconde dans la durée de la retombée du tiroir pour modifier sensiblement la durée de l'admission et produire un arrondi dans le diagramme. La fermeture du tiroir Dujardin est extrêmement rapide et son dé clic fonctionne avec une grande précision ; l'inégalité d'admission des deux corps avant et arrière y est certainement réduite au minimum.

V.

DISCUSSION DES RÉSULTATS.

Le premier fait qui ressort de ces tableaux d'expériences, c'est l'identité des conditions dans lesquelles elles ont été effectuées : elles sont donc bien rigoureusement comparables. En effet, les limites de température entre lesquelles s'est déroulé le cycle sont les mêmes : la température supérieure de l'admission oscille entre $163^{\circ},54$ et $164^{\circ},23$; celle du condenseur varie de $30^{\circ},9$ à $32^{\circ},1$ et les valeurs^s du coefficient économique ρ sont comprises entre $0,301$ et $0,306$. De plus, le travail total de la machine est resté constant, grâce aux mesures que MM. Thiriez ont eu l'obligeance de prendre pour faciliter notre étude : de $543,704$ à $556,618$ chevaux, il n'y a eu qu'une légère variation de $2,4$ pour cent.

Nos essais démontrent d'autre part que la machine est bonne, et, de ce chef, ces résultats ont une valeur plus grande, car leur portée serait diminuée, s'ils pouvaient être attribués à un défaut quelconque de fonctionnement. Pour faire ressortir les qualités de ce moteur, il nous suffira de comparer sa consommation à celles de quelques machines de choix dont les essais ont été remarqués en leur temps. Parmi les meilleures machines à tiroir que nous connaissons, signalons une machine Duvergier, construite par M. Piguët de Lyon,

placée à la manutention militaire de cette ville, laquelle fut essayée par M. Bour : la pression étant de $6^k,25$, l'admission de $0,085$. la vitesse de 60 révolutions (vitesse du piston = $2^m,022$), cette machine consomma $6^k,880$ par cheval-heure indiqué.

La machine d'Augsbourg, à soupapes, d'une puissance de 400 chevaux, éprouvée par M. Linde en 1873, dépensait $8^k,349$ par cheval-heure indiqué, avec admission au $\frac{1}{10}$, à $4^k,57$ de pression. Le plus beau résultat obtenu par M. Delafond, sur la Corliss du Creusot, a été une consommation de $7^k,380$ de vapeur à $7^k,75$ de pression, avec admission de $0,067$ et vitesse de $59,9$ tours (vitesse du piston = $2^m,196$). M. Walther-Meunier n'a pas signalé de consommation de Corliss inférieure à $7^k,610$ dans ses expériences comparatives sur les machines mono et polycylindriques de 1889, alors que la moindre consommation des Compound étudiées par lui était de $7^k,130$ (1) : mais on obtient mieux aujourd'hui et nous connaissons plusieurs essais ayant donné $6^k,500$. Une Compound Sulzer, placée à Naples, n'a même dépensé que $6^k,222$. Or, nous avons obtenu un résultat plus remarquable encore, avec notre machine Dujardin, et nous pouvons dire que ce n'est qu'avec des triples expansions qu'on pourrait réaliser mieux. Ainsi M. Widmann cite (2) la machine de l'*Audacieux*, dont les essais de recette de 1888 ont fait relever une consommation de $5^k,700$, au $\frac{1}{27}$ d'admission. A Nagy-Kikinda (Hongrie), une machine Sulzer à triple détente a consommé $5^k,325$ de vapeur à $10^k,25$; à Augsbourg, M. Schröter a constaté sur un moteur de la *Augsburger Maschinenfabrik* placée à Göggingen une dépense de $5^k,650$ sans

(1) M. Walther-Meunier a relevé ce chiffre sur une machine Compound Wheelock.

(2) Étude des principes de la construction des machines marines, Paris, Bernard et Cie, 1887, page 73.

déduction d'aucune purge, la pression étant encore de 40^k et la vitesse de 70 tours (vitesse du piston = $3^m,094$) Mais ces réductions de consommation sont le prix de la triple expansion, qui permet les longues détente et les hautes pressions, et l'on peut considérer $6^k,000$ comme un minimum pour les Compound marchant à $6^k,25$ de pression.

Les valeurs de ρ' et de ρ'' témoignent aussi des qualités du moteur essayé : pour la Compound étudiée par M. Hallauer en 1877, on trouva pour ρ' une valeur de 0,44.

Une autre constatation à faire est relative au fonctionnement des enveloppes : on voit qu'il s'est condensé dans le petit cylindre environ 1,75 pour cent, au grand 2,12 et 8,22 au receiver ; cela fait un total de plus de 12 pour cent qui est normal et prouve que les enveloppes sont actives. C'est le receiver qui occasionne de ce chef la plus grosse dépense, mais il en est toujours ainsi dans les machines à expansion multiple. M. Schröter accuse dans la machine d'Augsbourg 2,8 pour cent au petit cylindre, 6,0 pour cent au premier receiver et au second cylindre et 7,3 pour cent au second receiver et au troisième cylindre, soit au total 16,1 pour cent. Dans la Woolf de M. Hallauer (1876) l'enveloppe commune des deux cylindres condensait 8,2 pour cent ; la Compound Halpin (*Engineering*, 1882) condensait 16,3. Les chiffres de nos essais sont dans des valeurs moyennes : ils prouvent que les enveloppes agissent, mais que leur consommation n'est pas excessive.

C'est surtout par la réduction de la condensation à l'admission que se manifeste l'efficacité des enveloppes : cette condensation diminue de 18 à 14 pour cent dans nos essais, mais on remarquera que, même sans enveloppe, elle est faible. Voilà le meilleur argument en faveur des machines Compound. Dans une machine monocylindrique, admettant à 0,040, la pression étant de $4^k,15$, Hallauer observait 62 pour cent de condensation à l'admission sans enveloppe et 46 pour cent avec enveloppe ! Il est vrai que la vapeur

admise n'était pas sèche. Dans les expériences de M. Delafond, les résultats ont été les suivants :

PRESSION	SANS ENVELOPPE		AVEC ENVELOPPE	
	admission.	condensation à l'admission.	admission.	condensation à l'admission.
7 ^k 75	0,090	40 %	0,067	29 %
6 ^k 25	0,140	34 %	0,140	24 %
4 ^k 50	0,155	24 %	0,155	17 %

Dans ces essais, M. Delafond constate qu'avec l'enveloppe il y a généralement évaporation pendant la détente, mais que ce phénomène prend une importance variable avec la longueur de l'admission : aux courtes admissions, il y a 19 pour cent d'évaporation, alors qu'elle est nulle aux grandes admissions. Sans enveloppe, il y a quelquefois condensation. La Corliss de Hallauer a donné au contraire une évaporation que l'enveloppe fonctionnât ou non : l'admission à 0,080 produisait 21 pour cent d'évaporation sans enveloppe et 30 pour cent avec enveloppe.

La comparaison des chiffres que nous citons avec ceux de nos tableaux est extrêmement instructive et elle prête à de nombreuses et fort intéressantes déductions ; nous avons trouvé qu'une évaporation de 3,5 pour cent avec enveloppe fait place à une condensation de 7,4 pour cent sans enveloppe. Mais, dans les deux cas, il reste de l'eau dans le cylindre à fin de course : seulement elle est en proportion huit fois moindre par le fait de l'enveloppe. On voit la difficulté qu'il y a donc à assécher complètement le cylindre, même en Compound, avec une bonne enveloppe, et avec de la vapeur sèche. Avec une machine monocylindrique, c'est bien pis, et M. Vinçotte a trouvé 17 pour cent d'eau dans la vapeur renfermée dans le cylindre d'une excellente machine Sulzer, parfaitement enveloppée.

Ces considérations et ces comparaisons pourraient être longuement développées, mais il faut nous borner. Nous nous contenterons d'attirer l'attention du lecteur sur les valeurs de γ de la formule de détente adiabatique pv^γ : γ varie de 0,98 à 1,04. N'était l'action de paroi, nous devrions trouver 1,130, pour de la vapeur renfermant 4,6 pour cent d'eau (1). Sur les diagrammes totalisés, on voit nettement l'action du réchauffement produit par l'enveloppe, car la courbe se trouve au-dessus ou au-dessous de la ligne rouge, correspondante à $\gamma = 1$.

Il nous reste enfin une dernière observation à présenter : l'effet de l'enveloppe augmente évidemment le travail produit par une quantité déterminée de vapeur ; cet effet se poursuivant du petit cylindre au grand, on voit que la suppression de l'enveloppe diminue le travail du grand cylindre, d'où résulte fatalement une augmentation de travail du petit cylindre, pour maintenir la constance du travail total. Les deux parties du moteur se trouvent donc déséquilibrées dans nos essais : il nous eût été facile de rétablir l'équilibre de puissance, car la machine Dujardin se prête facilement à cette opération de réglage, mais nous avons préféré laisser les choses en l'état, pour que nos résultats fussent rigoureusement comparables.

(1) Zeuner donne les valeurs suivantes de γ pour diverses proportions x de vapeur :

$$\begin{aligned} & \gamma = 1,035 + 0,1 x \\ x = 1 & \quad \gamma = 1,135 \\ x = 0,95 & \quad \gamma = 1,130 \\ x = 0,90 & \quad \gamma = 1,125 \end{aligned}$$

VI.

CONCLUSIONS.

Après l'exposé qui précède, il nous sera aisé de conclure, et nous pourrons le faire très brièvement :

1^o Les condensations à l'admission au petit cylindre sont beaucoup moindres dans notre Compound que dans une machine monocylindrique ; d'autre part la quantité d'eau présente à la fin de la détente est moindre aussi. L'enveloppe n'est donc pas si nécessaire et elle est moins efficace dans les Compound que dans les machines monocylindriques.

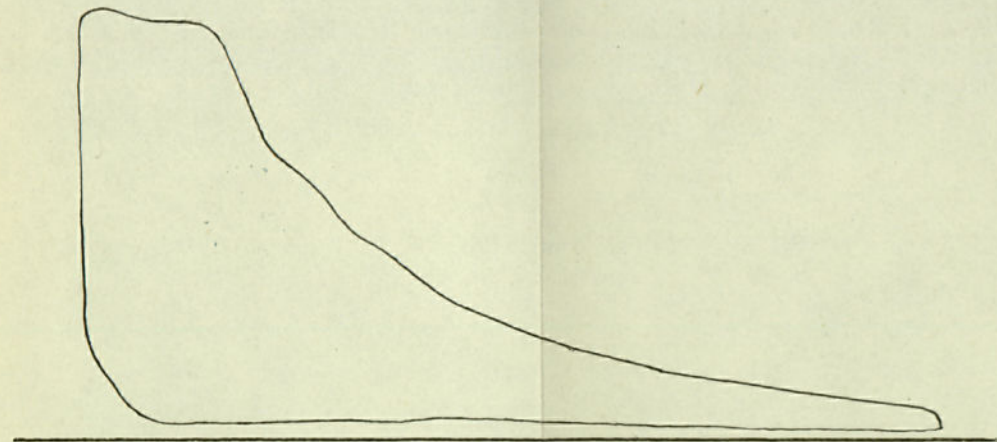
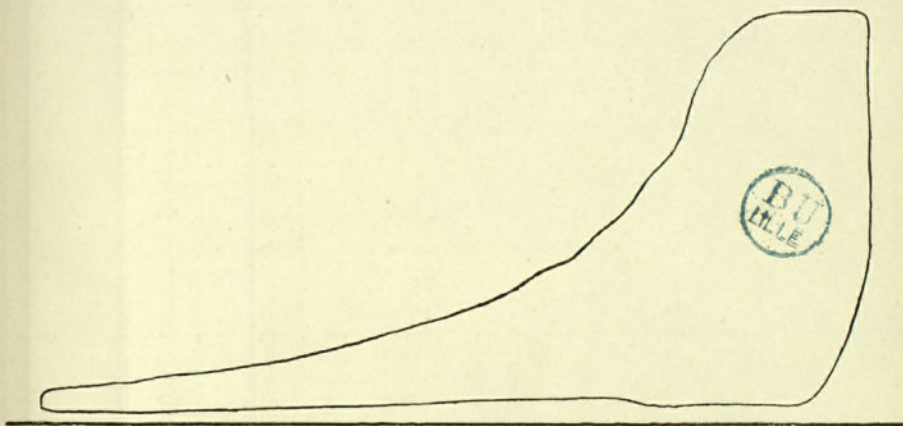
2^o Si nous comparons la consommation de vapeur de l'essai fait, toutes enveloppes chauffées, avec celui dans lequel aucune enveloppe ne recevait de vapeur, nous voyons qu'elle passe de 6^k,302 à 6^k,547, quand on ne déduit aucune purge ; de 6^k,407 à 6^k,547, quand on déduit les calories des purges réintégrées aux chaudières. Dans le premier cas, l'enveloppe donne donc 3,7 pour cent, dans le second 6,6 pour cent de bénéfice. L'efficacité des enveloppes est bien démontrée, mais elle est peu considérable ; le bénéfice résultant de leur emploi est réel, mais peu important.

3^o C'est en supprimant la chemise du receiver que nous avons obtenu le meilleur résultat ; l'avantage n'est point grand, mais le fait est important, par ses conséquences. Si nous nous plaçons au seul point de vue de la consommation de vapeur, l'enveloppe du receiver

ESSAI II; DIAGRAMMES

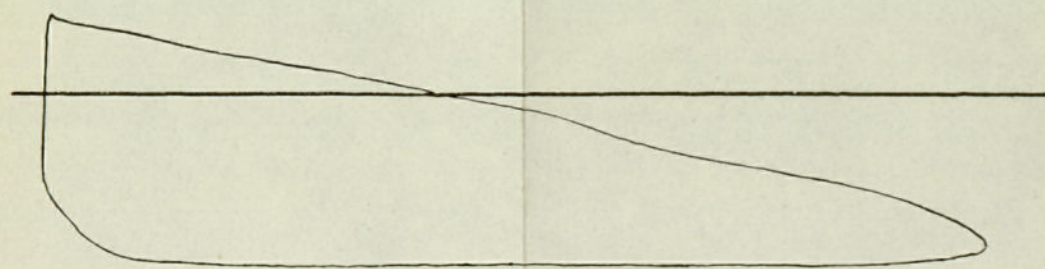
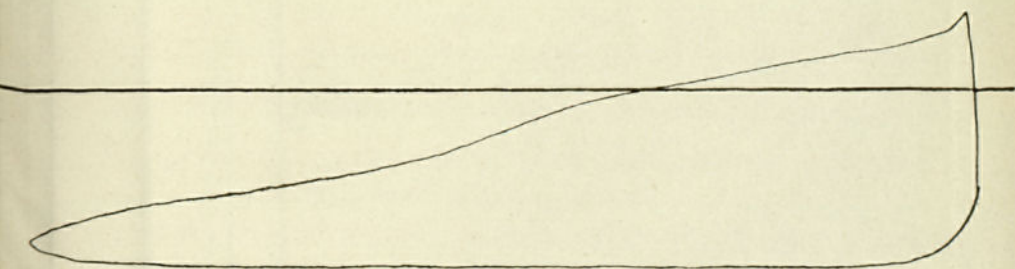
Avant

Arrière



Echelle 8,77

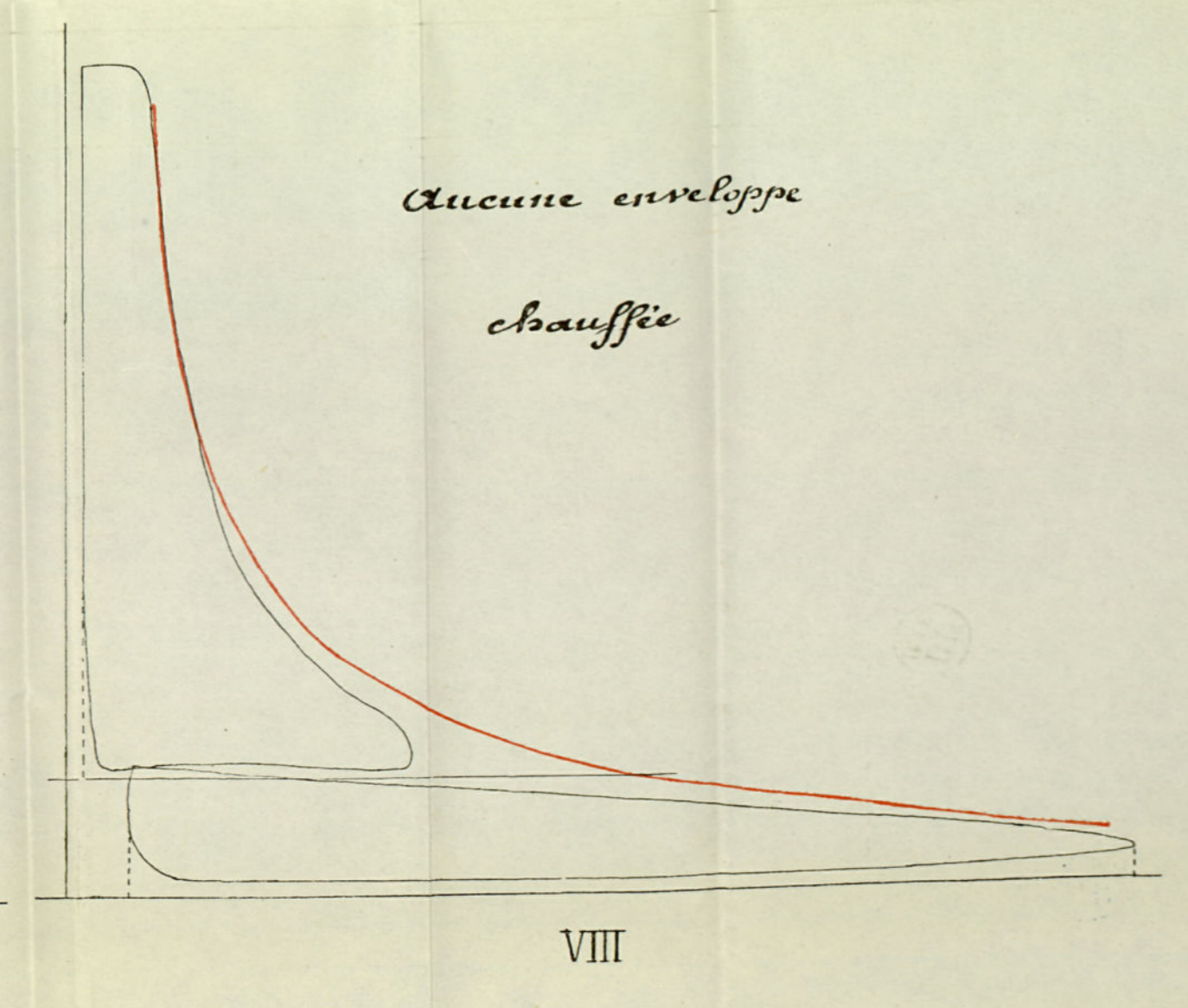
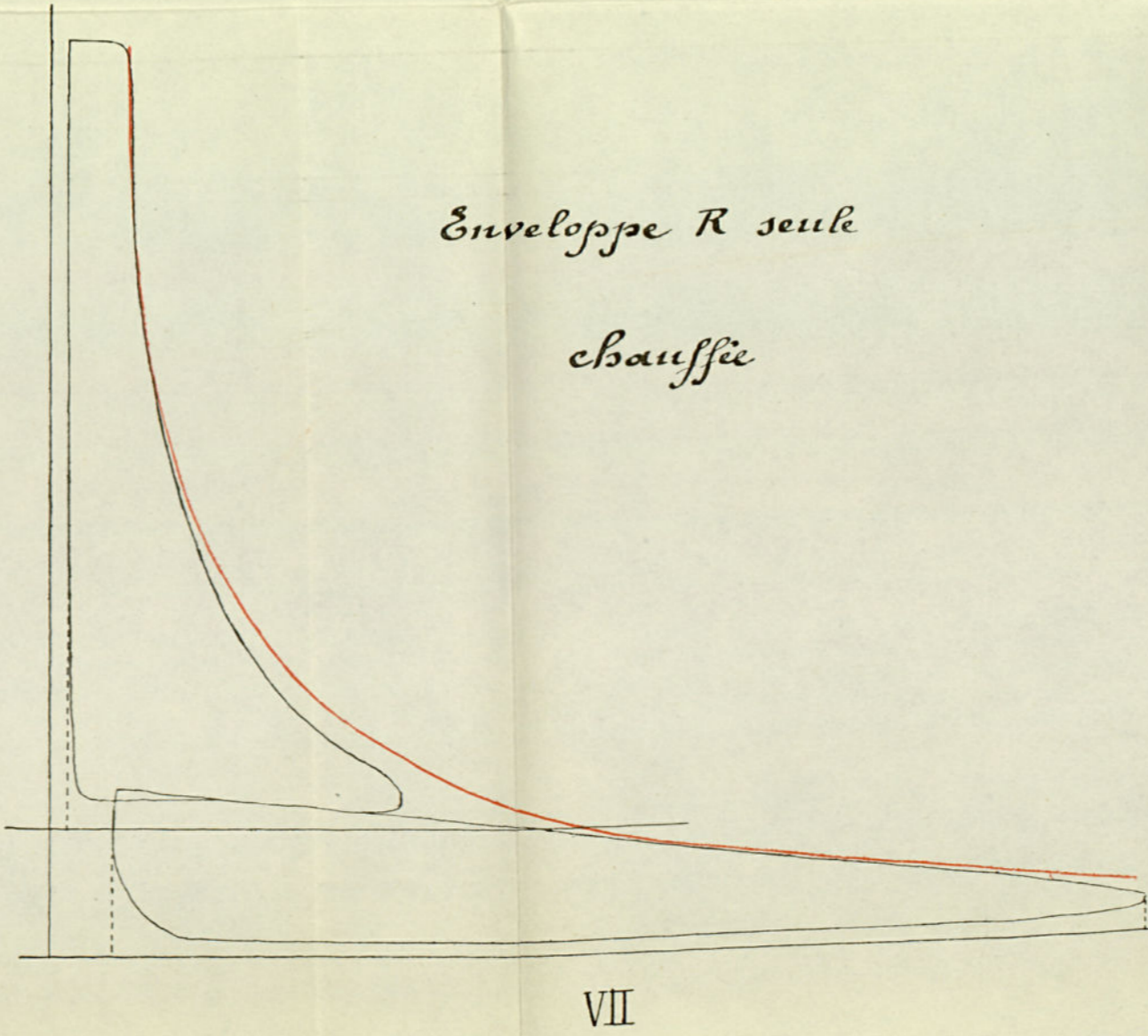
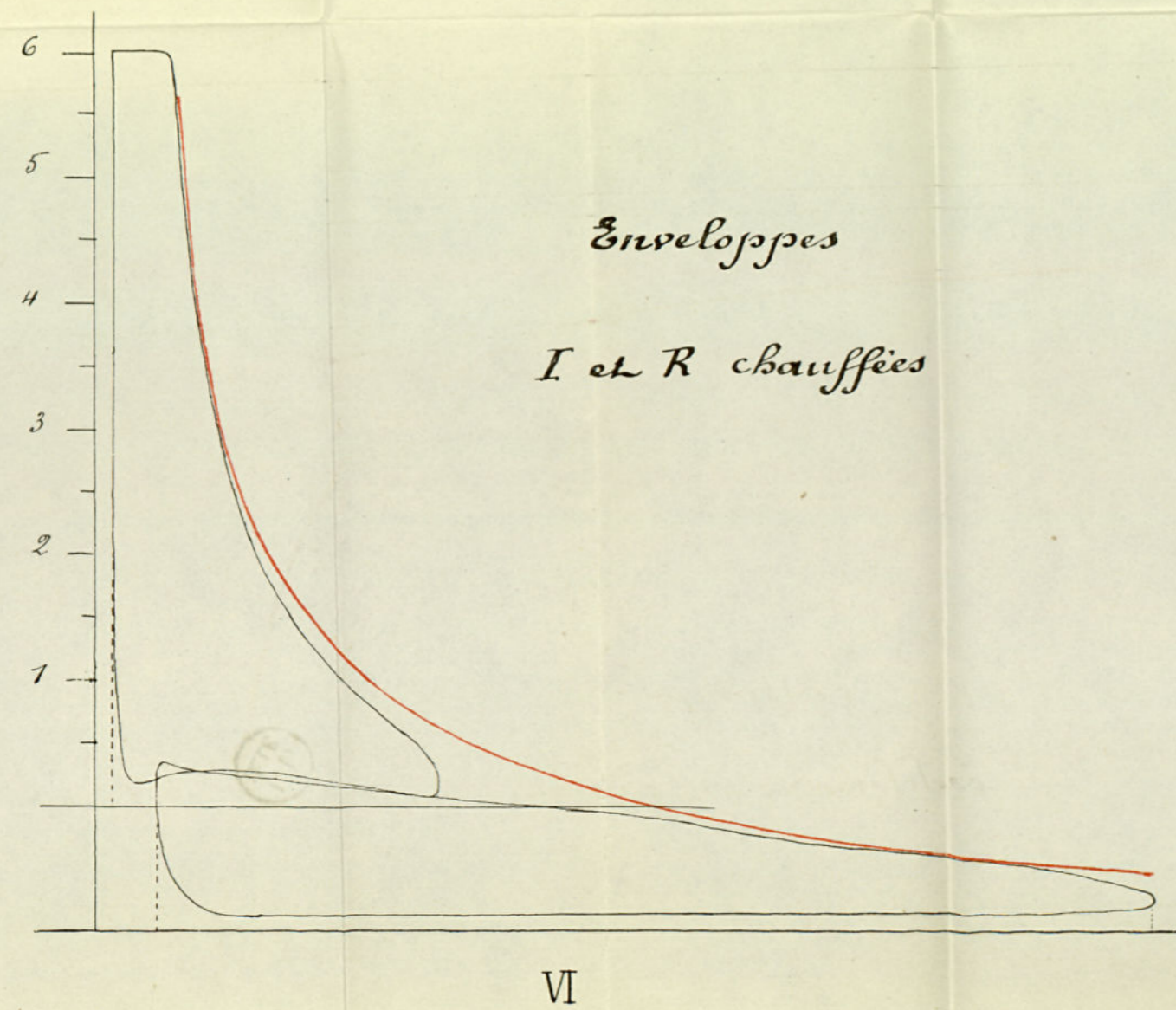
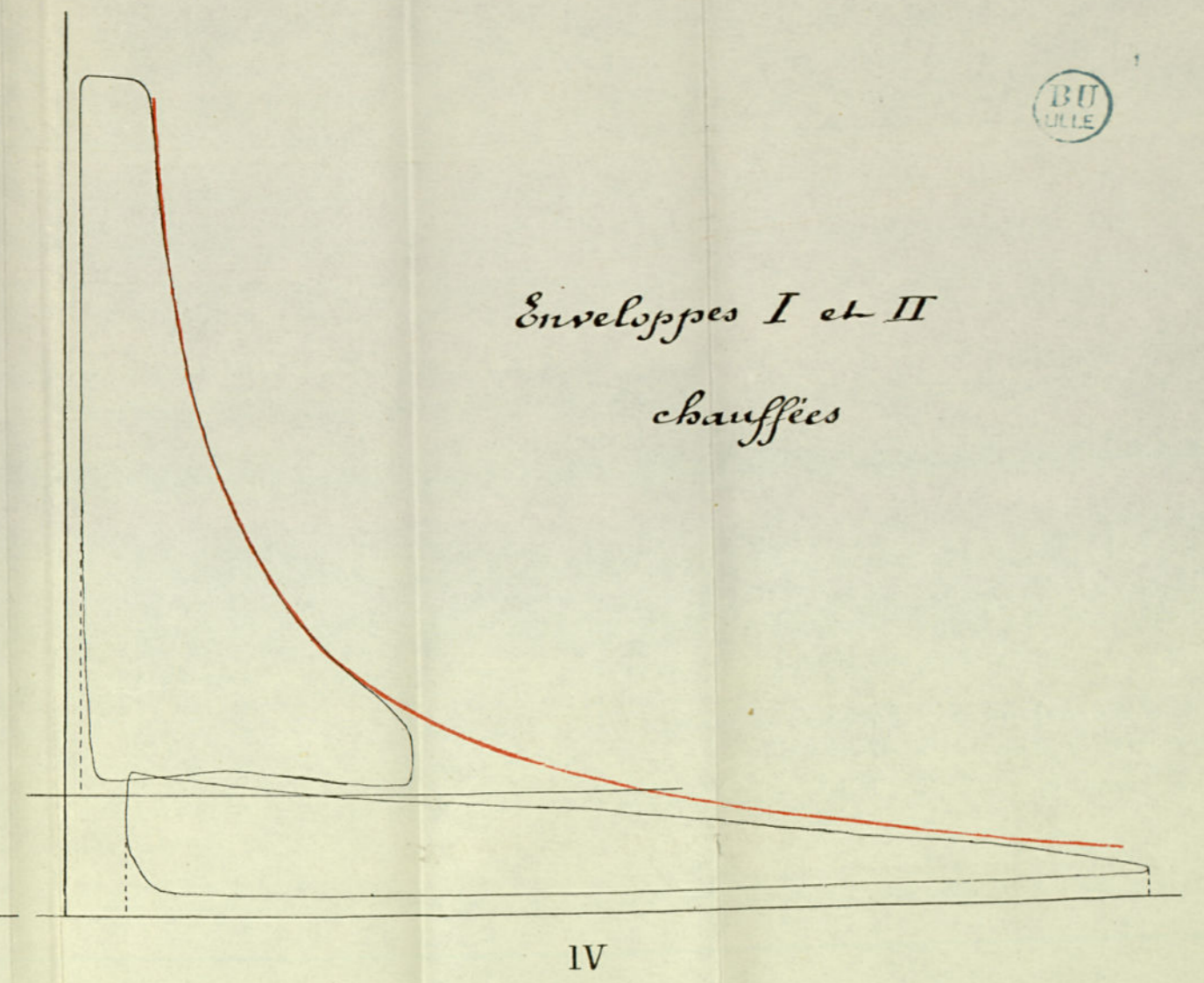
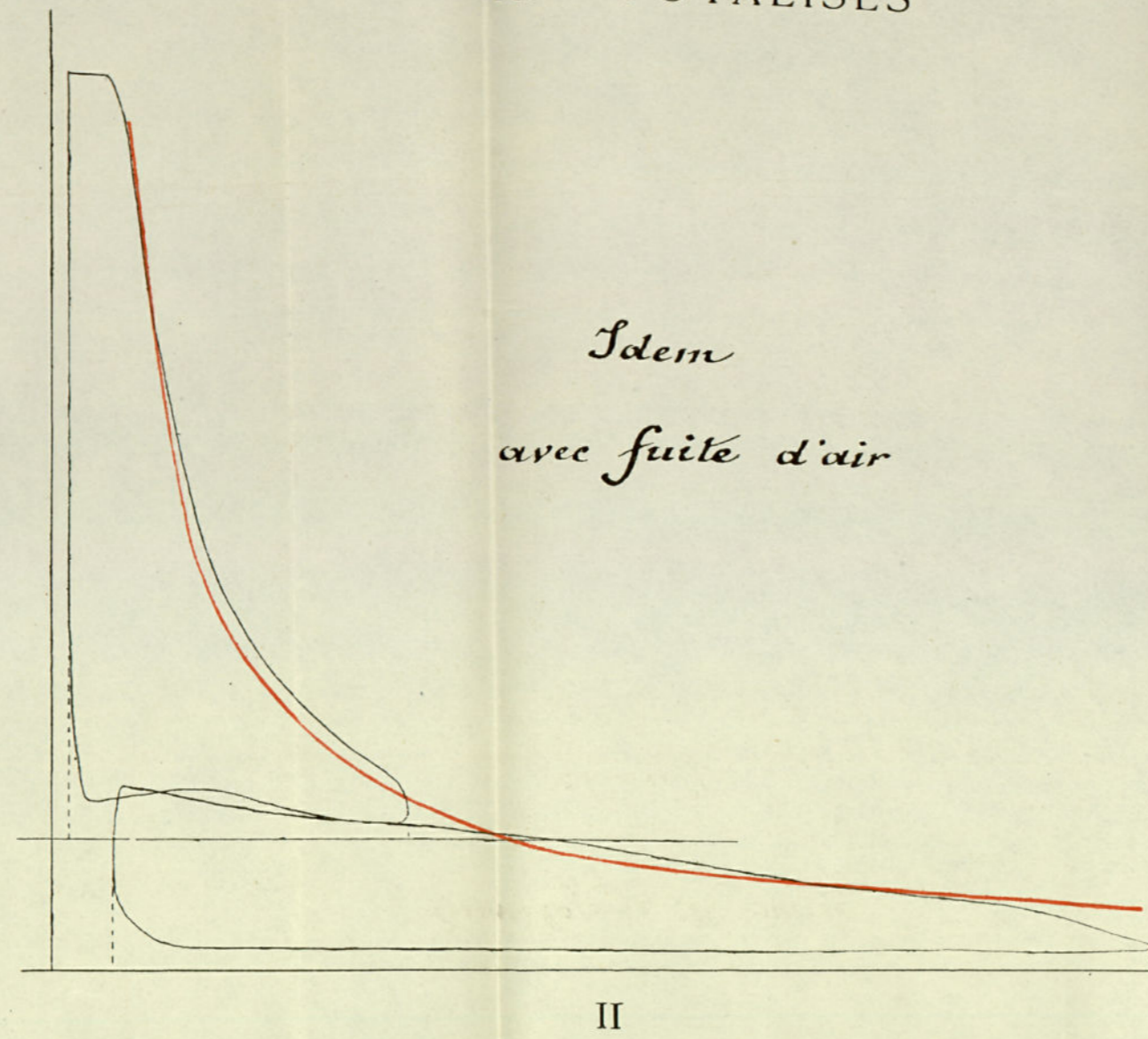
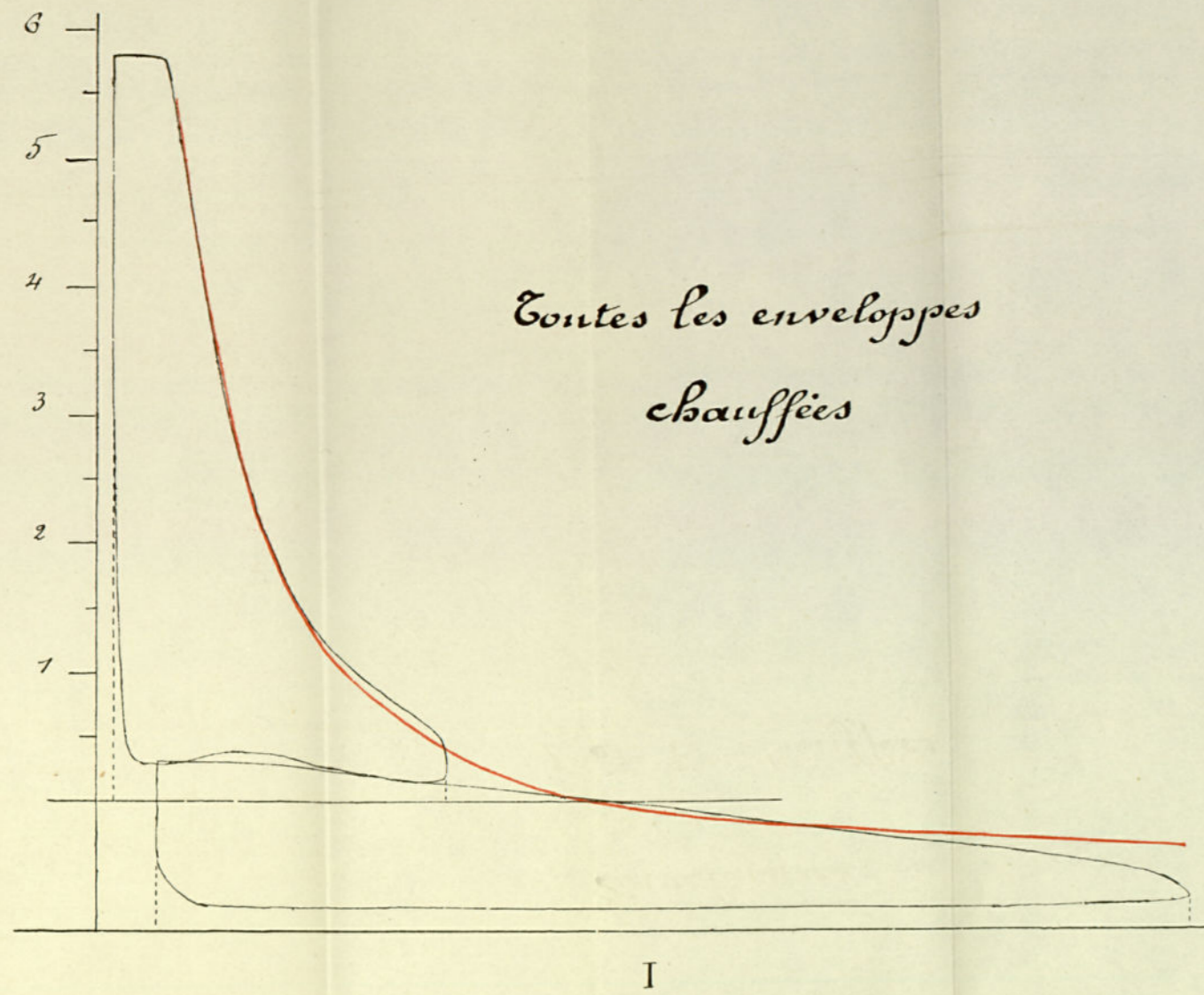
Echelle 9,85



Echelle 29,11

Echelle 28,19

DIAGRAMMES TOTALISÉS



BU
LILLE

est condamnée ; elle n'a d'utilité que par l'augmentation de travail qu'elle produit, mais à cet égard, son emploi peut être justifié.

4° L'enveloppe du receiver a le défaut de faire payer trop cher les services qu'elle rend ; il s'y condense 8 pour cent de vapeur et l'on ne gagne sur le piston que 6 à 7 pour cent. Au contraire, l'enveloppe du grand cylindre reste économique, parce qu'elle donne un bénéfice supérieur à la dépense qu'elle occasionne.

En somme, la pratique des industriels qui réduisent les enveloppes des Compound est logique : mais la perfection consisterait à conserver les enveloppes, et à réaliser des dispositifs permettant d'utiliser aussi bien leur action tout en diminuant leur dépense ; c'est vers ce but qu'il faut tendre.

est combinée ; elle a d'utilité que par l'augmentation de travail
qu'elle produit, mais à cet égard, son emploi peut être justifié.

4^e L'enveloppe du recevoir a le défaut de faire payer trop cher
les services qu'elle rend ; il s'y condense 8 pour cent de vapeur et
l'on ne gagne sur le piston que 5 à 7 pour cent. Au contraire, l'en-
veloppe du grand cylindre reste économique, parce qu'elle donne un
bénéfice supérieur à la dépense qu'elle occasionne.

En somme, la pratique des industriels qui réduisent les enveloppes
des compoonds est logique ; mais la perfection consistant à conserver
les enveloppes, et à réaliser des dépenses permettant d'obtenir sans
rien leur action tout en diminuant leur dépense ; c'est vers ce but
qu'il faut tendre.

QUATRIÈME PARTIE.

CONCOURS DE 1893

PRIX ET MÉDAILLES.

Dans sa séance publique de janvier 1894, la Société Industrielle du Nord de la France décernera des récompenses aux auteurs qui auront répondu d'une manière satisfaisante au programme des diverses questions énoncées ci-après.

Les récompenses consisteront en médailles d'or, de vermeil, d'argent ou de bronze.

La Société se réserve d'attribuer des sommes d'argent aux travaux qui lui auront paru dignes de cette faveur, et de récompenser tout progrès industriel réalisé dans la région du Nord et non compris dans son programme.

A mérite égal, la préférence cependant, sera toujours donnée aux travaux répondant aux questions mises au Concours par la Société.

Les mémoires présentés devront être remis au Secrétariat-Général de la Société, **avant le 1^{er} octobre 1893**. Mais les appareils sur lesquels des expériences seront nécessaires devront lui être parvenus avant le 30 juin 1893.

Les mémoires couronnés pourront être publiés par la Société.

Les mémoires présentés restent acquis à la Société et ne peuvent être retirés sans l'autorisation du Conseil d'administration.

Tous les Membres de la Société sont libres de prendre part au Concours, à l'exception seulement de ceux qui font partie, cette année, du Conseil d'administration.

Les mémoires relatifs aux questions comprises dans le programme et ne comportant pas d'appareils à expérimenter ne devront pas être signés: Ils seront revêtus d'une épigraphe reproduite sur un pli cacheté, annexé à chaque mémoire, et dans lequel se trouveront, avec une troisième reproduction de l'épigraphe, **les nom, prénoms, qualité et adresse de l'auteur**.

Quand des expériences seront jugées nécessaires, les frais auxquels elles pourront donner lieu, seront à la charge de l'auteur de l'appareil à expérimenter; les Commissions, en évalueront le montant, et auront la faculté de faire verser les fonds à l'avance entre les mains du Trésorier.— Le Conseil pourra, dans certains cas, accorder une subvention.

I. — GÉNIE CIVIL.

1° **Houilles.** — Mémoire sur les différentes qualités de **houilles exploitées** dans le bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais.

Qualité suivant criblage, composition, classification, usages. Les avantages et les inconvénients économiques de ces différents modes d'emploi, au point de vue des diverses variétés de houille qui sont offertes à l'industrie.

La Société récompensera, s'il y a lieu, un mémoire, qui ne traiterait qu'une ou plusieurs parties du programme.

2° **Houilles.** — Mémoire sur les qualités des diverses **houilles employées** dans la région du Nord.

L'auteur devra donner la composition des diverses houilles étudiées et rechercher, par des essais directs au calorimètre, les chaleurs totales de combustion (4).

3° **Chaudières à vapeur.** — Des causes et des effets des explosions des chaudières à vapeur et examen des moyens préventifs.

4° Essai de la résistance des tôles portées à diverses températures.

5° Trouver un moyen facile de doser l'eau entraînée par la vapeur.

6° Études sur les résultats économiques obtenus par les divers mélanges de houilles avec les différents types de chaudières ou de foyers.

7° **Machines à vapeur.** — Étude générale des Progrès de la Machine à vapeur et des appareils propres à en analyser les mouvements.

8° Des inconvénients du laminage de la vapeur.

9° Étude des machines à expansion multiple ; de l'utilité des receivers employés dans ces machines.

10° — Études sur **les machines Pilon** et leurs applications à l'industrie.

11° **Métallurgie.** — Études des derniers perfectionnements apportés dans la fabrication des métaux.

12° **Cheminées et fourneaux à vapeur.** — Mémoire sur l'influence des formes et des dimensions des cheminées, au point de vue du tirage.

L'auteur devra en déduire une formule expérimentale pour les dimensions à adopter dans les cas ordinaires.

13° — Étude du tirage forcé, soit après le foyer, soit avant.

(4) Voir encore le N° 33 du programme du Comité des arts chimiques.

14° — Étude des foyers gazogènes avec ou sans récupérateur et applications diverses.

15° Utilisation, comme combustible, des déchets de l'industrie et emploi des combustibles pauvres (déchets de teillage de lin, chenevotte, sciure de bois, etc. etc).

16° **Cheminées d'habitations** — Étude des divers moyens employés pour remédier au défaut de tirage des cheminées d'habitations.

17° Mémoire sur le meilleur système de chauffage des habitations particulières. Insister particulièrement sur les inconvénients que peuvent présenter les poêles à feu lent.

18° **Moteurs à gaz.** — Étude comparative sur les différents systèmes de moteurs à gaz notamment au point de vue de leur rendement et de la perfection de leur cycle.

19° Étude des gazogènes destinées à l'alimentation des moteurs.

20° Application des moteurs à gaz à la traction des tramways et à la commande des pompes à incendie.

21° **Moteurs à eau.** — Mémoire sur les moyens appliqués ou proposés pour utiliser, comme force motrice, les eaux sous pression des distributions urbaines.

On demande soit une étude générale, soit la description d'un système ou d'un appareil nouveau.

22° **Graissage.** — Mémoire sur les différents modes de graissage en usage pour les moteurs et les transmissions en général, signalant les inconvénients et les avantages de chacun d'eux et indiquant ceux qui conviennent le mieux à chaque usage.

23° **Étude comparative** sur les différents systèmes de **garnitures métalliques** pour tiges de pistons, tiroirs ou autres.

24° **Joints.** — Étude comparative sur les différents joints pour tuyaux de vapeur ou d'eau, ou de gaz, au point de vue : 1° du prix de revient ; 2° de la durée ; 3° de la conservation des portées de joint.

25° **Compteurs à gaz ou à eau.** — Mémoire indiquant un moyen pratique et à la portée de tout le monde, de contrôler l'exactitude des compteurs à gaz d'éclairage ou à eau, ainsi que les causes qui peuvent modifier l'exactitude des appareils actuellement employés.

26° **Ascenseurs.** — Étude complète sur les différents systèmes

d'ascenseurs ou monte-charges en usage pour le transport des personnes ou des choses dans les habitations, usines, etc.

L'auteur devra indiquer les meilleurs moyens à employer pour éviter les accidents

27° **Couvertures.** — Étude des nouveaux modes de couvertures des habitations, dépendances, établissements industriels, hangars, etc.

Inclinaison. — Prix de revient comparatifs. — Poids par mètre carré. — Durée. — Entretien. — Influence de la chaleur, de la neige et du froid. — Imperméabilité. — Construction de la ferme au point de vue de la lumière.

28° **Pavages.** — Étude comparative et raisonnée des différents pavages applicables aux habitations, à l'industrie, etc.

Leur stabilité. — Prix de revient comparatifs. — Leurs avantages dans des conditions déterminées (industries de différentes natures). — Durée. — Entretien. — Imperméabilité.

29° **Maçonnerie.** — Étude des matériaux de construction exploités et employés dans la région du Nord.

30° De l'influence de la gelée sur les mortiers en général et en particulier les mortiers à base de scories.

31° **Chemins de fer.** — Comparaison entre les différents systèmes de locomotives à grande vitesse, employées sur les chemins de fer français et étrangers, au point de vue de la stabilité, de la vitesse, de la montée des rampes, de la production de vapeur, de la consommation de combustible, etc. Rechercher quels moyens on pourrait employer pour augmenter la vitesse de marche et les mesures qu'il conviendrait d'adopter pour augmenter la vitesse commerciale.

32° **Tramways.** — Mémoire sur la question des tramways au point de vue 1° de la construction, 2° de la traction et de l'exploitation.

Chacune de ces parties peut être traitée séparément.

33° **Applications de l'électricité.** — Étude complète des applications industrielles de l'électricité soit au transport de l'énergie soit à la production de la lumière.

Décrire notamment les procédés employés pour produire, transporter, emmagasiner ou transformer l'électricité.

34° Étude sur les applications des appareils téléphoniques.

35° Machine motrice à air chaud à l'usage de la petite industrie et des fermes agricoles.

36° **Éclairage.** — Comparaison entre les différents modes d'éclairage

NOTA. — Voir plus loin les prix spéciaux.

II. — FILATURE ET TISSAGE.

A. — Etudes sur la culture, le rouissage et le teillage du lin.

PRIX SPÉCIAUX

**4.000 francs seront répartis entre les solutions des
différentes questions suivantes :**

NOTA. — Voir plus loin III des prix spéciaux.

1° **Culture.** — Déterminer une formule d'engrais chimiques donnant, dans un centre linier, une récolte plus considérable en filasse, et indiquer les changements à y apporter suivant la composition des terres des contrées voisines.

2° **Idem.** — Installer des champs d'expériences de culture de lin à bon marché, dans le sens d'une grande production en filasse de qualité ordinaire.

Récompenses en argent à tous ceux qui, ayant installé ces champs d'expériences, auront réalisé un progrès sérieux et obtenu des résultats appréciables certifiés par l'une ou l'autre des Sociétés d'Agriculture du Nord de la France.

3° **Rouissage.** — Méthode économique du rouissage sur terre.

Supprimer le plus de main-d'œuvre possible et rechercher ce qui pourrait être fait pour hâter l'opération, de façon à éviter les contre-temps causés par l'état atmosphérique.

4° **Idem.** — Méthode économique de rouissage industriel.

L'auteur devra donner la description des appareils employés, tant pour le rouissage proprement dit que pour le séchage des pailles rouies, le prix de revient du système employé et toutes les données nécessaires à son fonctionnement pratique.

Les diverses opérations décrites devront pouvoir être effectuées en toutes saisons. Leur coût, amortissement, intérêts et main-d'œuvre comprise ne devra, dans aucun cas, dépasser celui d'un bon rouissage rural.

5° **Broyage et teillage.** — Machine à broyer travaillant bien et économiquement.

6° **Idem.** — Machine à teiller rurale économique.

Bien qu'il paraisse favorable au point de vue économique d'avoir une seule machine pour faire successivement le broyage et le teillage, néanmoins toute broyeurse et toute teilleuse, de création nouvelle, donnant de bons résultats, seraient récompensées.

Ces machines devront être simples de construction, faciles d'entretien et d'un prix assez modéré afin d'en répandre l'emploi dans les campagnes.

B. — Peignage du Lin.

7° — Indiquer les imperfections du système actuel de peignage du lin et l'ordre d'idées dans lequel devraient se diriger les recherches des inventeurs.

8° — Présenter une machine à peigner les lins, évitant les inconvénients et imperfections des machines actuellement en usage, en donnant un rendement plus régulier et plus considérable.

C. — Travail des Étoupes.

9° **Cardage.** — Etudier dans tous ses détails, l'installation complète d'une carderie d'étoupes (grande, petite, moyenne). Les principales conditions à réaliser seraient : une ventilation parfaite, la suppression des causes de propagation d'incendie, la simplification du service de pesage, d'entrée et de sortie aux cardes, ainsi que de celui de l'enlèvement des duvets.

On peut répondre spécialement à l'une ou l'autre partie de la question. — Des plans, coupes et élévations devront, autant que possible, être joints à l'exposé du ou des projets.

D. — Filature du Lin.

10° — Etude sur la ventilation complète de tous les ateliers de filature de lin et d'étoupe.

Examiner le cas fréquent où la salle de préparations, de grandes dimensions et renfermant beaucoup de machines, est un rez-de-chaussée voûté, surmonté d'étage.

11° **Métiers à curseur.** — Étude sur leur emploi dans la filature de lin ou d'étoupe.

De nombreux essais ont été faits jusqu'ici dans quelques filatures sur les métiers à curseur, on semble aujourd'hui être arrivé à quelques résultats; on demande d'apprécier les inconvénients et les avantages des différents systèmes basés sur des observations datant pour l'un d'eux au moins d'une année.

E. — Filterie.

12° — Études sur les diverses méthodes de **glaçage et de lustrage des fils retors de lin ou de coton.**

F. — Tissage du Lin.

13° — Mémoire sur les divers systèmes de **cannetières** employés pour le tramage du lin. On devra fournir des indications précises sur la quantité de fil que peuvent contenir les cannettes, sur la rapidité d'exécution, sur les avantages matériels ou les inconvénients que présente chacun des métiers ainsi que sur la force mécanique qu'ils absorbent.

14° **Encolleuses.** — Trouver le moyen d'appliquer à la préparation des chaînes de fil de lin, les encolleuses séchant par contact ou par courant d'air chaud usitées pour le coton.

Cette application procurerait une véritable économie au tissage de toiles, la production d'une encolleuse étant de huit à dix fois supérieure à celle de la pareuse écossaise employée actuellement.

15° — Étude sur les causes auxquelles il faut attribuer pour la France le **défait d'exportation des toiles de lin**, même dans les colonies sauf l'Algérie, tandis que les fils de lin, matières premières de ces toiles, s'exportent au contraire en certaines quantités.

L'auteur devra indiquer les moyens que devrait employer notre industrie toilière pour développer l'exportation de ses produits.

G. — Ramie et autres Textiles analogues.

16° Machines rurales à décortiquer la ramie et autres textiles dans des conditions économiques.

17° — Étude complète sur le dégommage et la filature de la Ramie de toutes les provenances et des autres textiles analogues.

H. — Travail du Coton.

18° — Étude sur les cardes à chapelet de divers systèmes et comparaison de ces machines avec les autres systèmes de cardes, telles que les cardes à chapeau, cardes mixtes et cardes à hérissou, tant au point de vue du cardage, des avantages et des inconvénients, qu'au point de vue économique.

19° Étude comparative entre la filature sur renvideur et la filature sur continu.

Le travail devra envisager les avantages et les inconvénients des deux systèmes :
1° Au point de vue de la filature des divers numéros, des divers genres de filés et de leur emploi ultérieur ; 2° au point de vue économique.

I. — Travail de la laine.

20° **Filature de laine.** — Des récompenses seront accordées au meilleur travail sur l'une des opérations que subit la laine avant la filature, telles que : dégraissage, cardage, écharonnage, ensimage, lissage, peignage.

21° — A l'auteur du meilleur mémoire sur la comparaison des diverses **peigneuses de laine** employées par l'industrie.

22° — Étude sur les différents systèmes de **métiers à curseurs** employés dans la filature et la retorderie du coton et de la laine.

23° — Au meilleur travail sur le **renvideur** appliqué à la laine ou au coton.

Ce travail devra contenir une étude comparative entre :

1° Les organes destinés à donner le mouvement aux broches, tels que tambours horizontaux, verticaux, broches à engrenages, etc. ;

2° Les divers systèmes de construction de chariots considérés principalement au point de vue de la légèreté et de la solidité ;

3° Les divers genres de contre-baguettes.

L'auteur devra formuler une opinion sur chacun de ces divers points.

24° — A l'auteur du meilleur mémoire donnant les moyens pratiques et à la portée des fabricants ou directeurs d'usines, de reconnaître la présence dans les peignés et les fils de laine, des substances étrangères qui pourraient y être introduites frauduleusement.

J. — Graissage.

25° — Etude sur les différents modes de graissage applicables aux machines de préparation et métiers à filer ou à tisser, en signalant les inconvénients et les avantages de chacun d'eux.

NOTA. — Voir plus loin les prix spéciaux.

III. — ARTS CHIMIQUES ET AGRONOMIQUES.

1° **Brasserie.** — Étude des différentes opérations concernant la brasserie, notamment le choix et la conservation des levains, l'emploi de la filtration, la composition et la qualité des eaux, l'application de l'eau oxygénée.

2° Rechercher les moyens de donner à la levure de Brasserie la couleur blanche et la saveur sucrée qui caractérisent la levure de distillerie.

3° **Sucrierie.** — Perfectionnements dans la fabrication du sucre et l'analyse des jus sucrés.

4° Influence du régime créé par la nouvelle loi des sucres sur le développement de cette industrie.

5° **Distillerie.** — Étudier la **fermentation** des jus de betteraves, des mélasses et autres substances fermentescibles, dans le but d'éviter la formation des alcools autres que l'alcool éthylique.

6° Influence de la densité des moûts sur la marche et le rendement de la fermentation.

7° Étude et procédés pratiques pour le dosage individuel des différents alcools et des huiles essentielles qui se produisent pendant la fermentation, et sont contenus dans les alcools du commerce.

8° **Blanchiment.** — Guide-memento du **blanchisseur** de fils et tissus de lin, de coton, etc.

Le travail demandé devrait avoir le caractère d'un guide pratique contenant tous les renseignements techniques de nature à faciliter la mission du chef d'atelier, tels que description des méthodes et appareils employés, produits chimiques, dosages, etc., etc.

9° — Comparer les procédés de **blanchiment**, **d'azurage** et **d'apprêt** des fils et tissus de **lin** en France, en Alsace et en Angleterre; faire la critique raisonnée des différents modes de travail.

10° — Même question pour les fils et tissus de **coton** simples et retors.

11° — Même question pour les fils et tissus de **laine**.

12° — Étudier spécialement l'action du blanchiment sur les lins de diverses provenances.

On ne sait à quelle cause attribuer les différences de teintes qui existent entre les fils de lin du pays et celles des lins de Russie traités par les mêmes méthodes de blanchiment; rechercher quelles sont les raisons qui déterminent de semblables anomalies.

13° — Indiquer les meilleurs procédés à employer pour blanchir les fils et tissus de jute et les amener à un blanc aussi avancé que les fils et tissus du lin. — Produire les types et indiquer le prix de revient.

14° — Moyen économique de préparation de l'**ozone** et de l'**eau oxygénée** et expériences sur les applications diverses de ces produits, et en particulier au blanchiment des textiles.

15° — Étude du blanchiment par l'électricité.

16° — Étude sur la situation actuelle du blanchiment de la soie, de la laine, du coton et du lin par d'autres produits que les hypochlorites alcalins et l'acide sulfureux.

17° **Teinture.** — Étude chimique sur une ou plusieurs **matières colorantes** utilisées ou utilisables dans les teintureries du Nord de la France.

18° — Recherche sur les meilleures méthodes propres à donner plus de solidité aux **couleurs organiques artificielles** employées en teinture.

19° — Indiquer les moyens à employer pour donner aux **fils de lin et de chanvre**, après la teinture, l'**éclat** que conserve le fil de jute teint.

20° — Même étude pour le **Coton** et la **Ramie**.

21° — Étude comparative des divers procédés et matières colorantes différentes, utilisées pour la teinture des **toiles bleues**, de lin ou de chanvre, au point de vue du prix de revient, de l'éclat et de la solidité de la couleur, dans les circonstances diverses d'emploi de ces étoffes.

22° Analyse des indigos et détermination de leur valeur industrielle.

23° — Étude sur un genre d'impression sur tissus qui pourrait recevoir dans le Nord une application pratique.

24° **Apprêt.** — Machine à sécher permettant de donner à la toile l'apprêt que l'on obtient en l'exposant, après le passage au foulard à gommer, dans un étendage chauffé à 25 ou 30°.

25° — Indiquer un procédé de teinture sur fil de lin donnant le **rouge d'Andrinople** aussi beau et aussi solide que ce qui se fait actuellement sur coton.

On devra présenter des échantillons à l'appui.

26° Guide memento du teinturier de laine

27° — id. — de coton.

28° — id. — de lin.

29° — id. — de soie.

30° **Outremer.** — Étude sur la composition chimique de l'**Outremer** et sur les caractères qui différencient les variétés de diverses couleurs, ainsi que sur les causes auxquelles il faut attribuer la décoloration de l'outremer artificiel par l'alun.

31° **Huiles.** — Déterminer un procédé permettant d'apprécier rapidement les qualités lubrifiantes des huiles de graissage suivant les usages auxquels elles sont destinées.

32° **La graisse de suint.** — Son extraction des eaux résiduaires, sa composition, ses applications actuelles. — Recherches de nouvelles applications.

33° Essai des glycérides industrielles.

34° **Houilles.** — Étudier les causes de l'altération que subissent les **houilles** de diverses provenances exposées à l'air, soit sous hangar, soit sans abri, durant un temps plus ou moins long, et les moyens d'y remédier.

35° **Eaux vannes.** — Epuration et utilisation des **eaux vannes** industrielles et ménagères.

36° **Synthèse.** — Étude sur un cas de **synthèse en chimie organique** ayant donné lieu ou pouvant donner lieu à une application industrielle.

37° Préparation industrielle de l'**oxygène**.

38° Perfectionnement dans la fabrication des **chlorates** et des **permanganates**.

39° **Tannerie.** — Perfectionnement dans le dosage du tannin dans les matières tannantes.

40° **Agronomie.** — Expériences (faites dans la région du Nord) sur une **culture de plante industrielle** (*lin, tabac, etc.*), par l'emploi exclusif d'engrais chimiques, comparés aux engrais ordinaires; influence sur plusieurs récoltes successives.

41° — Étude sur les différents **gisements de phosphate**.

42° Étude des moyens à employer pour augmenter la richesse en acide phosphorique des phosphates et des superphosphates du commerce.

43° **Zootéchnie.** — Étude sur la ou les meilleures **raças bovines** à entretenir dans le Nord de la France.

44° — **Rouissage du lin.** (Étude chimique et agronomique).

NOTA. — Voir plus loin les prix spéciaux.

IV. — COMMERCE, BANQUE ET UTILITE PUBLIQUE.

SECTION I. — *Commerce et Banque.*

1° **Répartition de l'impôt.** — Examiner les moyens pratiques de répartir d'une manière aussi équitable que possible l'impôt sur les patentes.

2° **Histoire de la distillerie** dans la région du Nord, ses commencements, ses progrès, son état actuel, ses rapports avec l'agriculture

3° **Etude sur les causes auxquelles il faut attribuer pour la France, le défaut d'exportation des toiles de lin**, même dans ses colonies, sauf l'Algérie, tandis que les fils de lin, matières premières de ces toiles, s'exportent au contraire, en certaines quantités.

L'auteur devra indiquer les moyens que devrait employer notre industrie toilière pour développer l'exportation de ses produits.

4° **Anciennes industries du Nord.** — Rechercher quelles sont les causes de disparition ou de l'amointrissement de certaines industries de notre région, notamment la raffinerie de la sucrerie, de la tannerie, des tapisseries, dentelles et des arts céramiques. Indiquer les moyens susceptibles de les faire revivre ou progresser.

5° **Industries et commerces créés ou en progrès depuis 50 ans dans la région du Nord.** — Indiquer les causes auxquelles sont dûs ces créations et ces progrès.

6° **Etude sur les transports en général et en particulier sur ceux de la région du Nord. Étude des tarifs de pénétration.** — Rechercher les moyens par lesquels on pourrait favoriser, relativement aux transports, l'industrie et le commerce de notre région, soit par la concurrence, soit par une classification et une tarification meilleures que celles actuelles. Examiner les mesures permettant aux intéressés de se défendre contre les abus inhérents à certains monopoles de transports.

7° **Les ports de commerce.** — Décrire les engins les plus perfectionnés de chargement et de déchargement rapides et économiques ; signaler les institutions de magasinage , de crédit ou autres , qui ont leur place marquée dans les grands ports de commerce.

Les concurrents , dans leur exposé , se placeraient utilement au point de vue spécial du port de Dunkerque.

8° Étudier les effets que le nouveau régime économique et douanier pourra produire dans les rapports commerciaux avec les pays entretenant le plus de relations avec le Département du Nord. Cette Étude devra signaler les conséquences avantageuses ou défavorables qui semblent devoir résulter du nouvel état de choses.

L'auteur pourra ne considérer qu'un seul pays dans son étude.

NOTA.— Voir plus loin les prix spéciaux.

SECTION II. — *Utilité Publique.*

1° **Salaires.** — Comparer avec chiffres et documents précis les salaires payés aux ouvriers d'une ou de plusieurs industries du Nord à différentes époques depuis la création de cette industrie.

2° **Immigration.** — Étude sur l'immigration des campagnes dans les centres industriels de la région du Nord. — Quelle en a été l'étendue depuis le commencement du siècle. — Quelles en ont été les causes et les conséquences.

3° **Accidents de fabriques.** — Mémoire sur les précautions à prendre pour éviter les accidents dans les ateliers et établissements industriels.

L'auteur devra indiquer les dangers qu'offrent les machines et les métiers de l'industrie qui sera étudiée et ce qu'il faut faire pour empêcher les accidents :

1° Appareils préventifs ;

2° Recommandations au personnel.

On devra décrire les appareils préventifs et leur fonctionnement.

Les recommandations au personnel, contre-maitres, surveillants et ouvriers, devront être détaillées, puis résumées pour chaque genre de machines, sous forme de règlements spéciaux à afficher dans les ateliers, près desdites machines.

4° **Hygiène industrielle.** — Étude sur les maladies habituelles aux ouvriers du département du Nord suivant leurs professions diverses, et sur les mesures d'hygiène à employer pour chaque catégorie d'ouvriers.

Cette étude pourra ne porter que sur une catégorie d'ouvriers (tissage, teinture, mécanique, agriculture, filature, houillères, etc.).

5° **Assistance publique.** — Étude des secours publics à donner à domicile ou dans les établissements hospitaliers aux ouvriers malades, et aux ouvriers trop chargés de famille, aux veuves d'ouvriers, aux orphelins d'ouvriers, aux ouvriers étrangers.

6° **Études sur la vie à bon marché.** — Rechercher les moyens pratiques d'améliorer la situation matérielle, intellectuelle et morale des travailleurs de la Région du Nord.

7° **Denrées alimentaires.** — Étude sur l'institution, dans les grands centres, d'un système public de vérification des denrées alimentaires, au point de vue de leur pureté commerciale et de leur innocuité sanitaire.

8° Études sur moyens de conservations des denrées alimentaires.

9° **Logements insalubres.** — Étude de législation sanitaire sur es logements insalubres.

L'auteur devra préciser les circonstances qui, en hygiène publique, constituent les « logements insalubres » ; comparer la législation française à cet égard, aux législations étrangères, particulièrement anglaise et hollandaise ; en démontrer les lacunes, et indiquer les améliorations dont serait susceptible la loi du 13 avril 1850.

10° **Assainissement des villes.** — Ensemble des mesures, travaux d'édilité, réalisations diverses, les plus propres à maintenir la salubrité du sol, des eaux et de l'atmosphère d'une ville industrielle de 50,000 à 200,000 habitants.

11° **Étude sur les Bourses du Travail.**

12° **Étude de la loi du 2 novembre 1892, sur la Réglementation des heures du travail.** — Examiner ses conséquences au point de vue des principales Industries de la Région du Nord.

13° **Des habitations à bon marché.** — Études de ce qui a été fait dans le Nord pour le développement. De leur influence sur la moralisation de l'ouvrier.

NOTA. — Voir plus loin les prix spéciaux.

Prix spéciaux fondés par des Donations ou autres Libéralités.

I. — DONATION DE M. KUHLMANN

Des médailles en or, de la valeur de 500 fr. chacune, seront accordées pour les progrès les plus signalés dans la région :

- 1° Une médaille pour la fabrication du sucre ;
- 2° Une médaille pour la distillation ;
- 3° Une médaille pour le blanchiment ;
- 4° Une médaille pour la teinture ;
- 5° Encouragement pour l'enseignement des sciences appliquées à l'industrie.

II. — PRIX DE 1000 FRANCS.

La Société décernera **deux prix de 1000 fr.** aux auteurs dont les travaux auront contribué à développer ou à perfectionner d'une façon réelle les industries de la région.

III. — PRIX POUR L'INDUSTRIE LINIÈRE.

(4.000 francs à décerner).

La Société consacrera une somme de **2000 francs** à récompenser, s'il y a lieu, les solutions satisfaisantes données à l'une ou l'autre des six premières questions du programme de filature et tissage.

MM. Edouard AGACHE pour le rouissage et Edmond FAUCHEUR pour le teillage ajouteront chacun une somme de **1000 francs**, de telle sorte que la Société Industrielle pourra, par des prix s'élevant au total à **4000 fr.**, récompenser les progrès que l'on aura fait faire à la culture, au rouissage et au teillage du lin.

V. — PRIX LÉONARD DANEL.

Une somme de 500 francs est mise, par M. Léonard DANEL à la disposition du Conseil d'Administration, pour être donnée par lui comme récompense à l'œuvre qu'il en reconnaitra digne.

VI. — TEINTURE (PRIX ROUSSEL).

Un prix de 500 fr., auquel la Société joindra une médaille, sera décerné à l'auteur du meilleur mémoire sur la détermination de la nature chimique des différents noirs d'aniline.

VII. — PRIX OFFERTS PAR LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE AUX ÉLÈVES DES COURS DE FILATURE ET DE TISSAGE FONDÉS PAR LA VILLE DE LILLE ET LA CHAMBRE DE COMMERCE.

Des certificats seront accordés au concours par la Société Industrielle aux personnes qui suivent les cours de filature et de tissage, fondés par la Ville et la Chambre de Commerce.

Des médailles d'argent et de bronze pourront, en outre, être décernées aux lauréats les plus méritants.

CONDITIONS DU CONCOURS.

Les candidats seront admis à concourir sur la présentation du professeur titulaire du cours, d'après une note constatant leur assiduité.

L'examen sera fait par une Commission de six membres composée de deux filateurs de lin, de deux filateurs de coton et de deux fabricants de tissus.

VIII. — CONTRE-MAÎTRES ET OUVRIERS.

La Société récompense par des médailles particulières les contre-maitres ou ouvriers ayant amélioré les procédés de fabrication ou les méthodes de travail dans leurs occupations journalières.

XI. — COMPTABLES.

La Société offre des médailles, du module de celles de la Société, à des employés, comptables ou caissiers, pouvant justifier devant une Commission nommée par le Comité du commerce, de long et loyaux services chez un des membres de la Société Industrielle habitant la région du Nord.

La durée des services ne devra pas être moindre de 25 ans.

X. — CONCOURS DE LANGUES ÉTRANGÈRES.

Des prix spéciaux seront affectés aux concours en anglais et en allemand. Ces prix seront décernés aux élèves et employés de la région qui auront obtenu les meilleures notes dans les diverses séries d'épreuves indiquées au programme spécial.

Le Secrétaire-Général,
J. HOCHSTETTER.

Le Président de la Société Industrielle,
ÉDOUARD AGACHE.

— XII — COMPTABLES —

La Société offre aux membres de la section des comptes rendus et des rapports sur les travaux effectués pendant l'année. Les membres de la section des comptes rendus et des rapports ont le droit de faire des propositions relatives à la tenue des comptes et des rapports de la Société. Les membres de la section des comptes rendus et des rapports ont le droit de faire des propositions relatives à la tenue des comptes et des rapports de la Société.

— XIII — CONCOURS DE LANGUES ÉTRANGÈRES —

Des prix spéciaux seront offerts aux concours en anglais et en allemand. Les prix seront attribués aux auteurs de la œuvre qui aura obtenu le plus grand nombre de votes dans les diverses séries d'épreuves indiquées au programme spécial.

— XIV — CONCOURS DE LANGUES ÉTRANGÈRES —

Les membres de la Société pourront participer à ces concours. Les prix seront attribués aux auteurs de la œuvre qui aura obtenu le plus grand nombre de votes dans les diverses séries d'épreuves indiquées au programme spécial.

— XV — CONCOURS DE LANGUES ÉTRANGÈRES —

Les candidats seront admis à participer à ces concours. Les prix seront attribués aux auteurs de la œuvre qui aura obtenu le plus grand nombre de votes dans les diverses séries d'épreuves indiquées au programme spécial.

— XVI — CONCOURS DE LANGUES ÉTRANGÈRES —

La Société encourage les efforts des membres pour l'acquisition de langues étrangères. Les prix seront attribués aux auteurs de la œuvre qui aura obtenu le plus grand nombre de votes dans les diverses séries d'épreuves indiquées au programme spécial.

CINQUIÈME PARTIE

DOCUMENTS DIVERS

OUVRAGES REÇUS PAR LA BIBLIOTHÈQUE

La Bibliothèque a reçu :

- De la **Société de Mulhouse** : Le Programme des Prix.
- De **M. Ladureau** : Les Phosphates de la Floride et l'Agriculture française.
- De **M. Ferdinand Detraux** : Notice sur la production et l'utilisation de la chaleur.
- Du **Congrès des Sociétés savantes** : Discours de MM. Janssen et Léon Bourgeois.
- De **M. Edm. Faucheur** : 2 vol. (1891) del'association pour l'avancement des sciences.
- Du **Ministre du Commerce** : Description des Brevets.
- De **M. Ph. Roux** : Album des machines Tangye.
- De la **Chambre de Commerce de Dunkerque** : Procès-verbaux (1891).
- Du **Conservatoire national des Arts et Métiers** : Annales (1889, 1890, 1891).
- De **M. A. Witz** : Thermodynamique à l'usage des ingénieurs.
- De **M. le Préfet du Nord** : Rapport au Conseil général et Procès-verbaux des séances. (Avril 1892.)

De **M. Kolb**, administrateur délégué des *Usines Kuhlmann* : 150 vol. qui comprennent la collection du *Cosmos* et un grand nombre d'ouvrages de chimie.

De **M. Chapuy** : Cours de Machines, professé à l'Institut Industriel. (Don de l'auteur).

De **M. Thibaut** : Rapport sur les Travaux du Conseil central de salubrité.

De **M. Sheurer-Kestner** : Monographie de l'Exposition de 1889, par Alphand.

De **M. Henrivaux** : Fabrication du cidre par diffusion.

De **M. le Préfet du Nord** : Rapport au Conseil général et Procès-verbaux des séances (août 1892).

De **MM. les Présidents du V^e Congrès de Navigation intérieure** : Compte-rendu, des Congrès.

De **M. le Ministre du Commerce** : Tome 72^e, 1^{re} et 2^e partie de la Description des machines et Procédés brevetés.

De **M. L. Seguin** : Description des Postes de secours installés à l'usine à gaz du Mans.

De la famille de **M. Alfred Motte** : Notice biographique sur Alfred Motte par l'abbé Vassart.

SUPPLÉMENT A LA LISTE GÉNÉRALE DES SOCIÉTAIRES.

SOCIÉTAIRES NOUVEAUX

Nommés du 1^{er} Octobre au 31 Décembre 1892.

N ^{os} d'ins- cription.	MEMBRES ORDINAIRES.		
	Noms.	Professions.	Résidences.
739	CHALMETON	Directeur général des forges de Denain et Anzin.....	Denain.
740	DERVAUX.....	Ingénieur.....	Lille.
741	LAURENT Charles.....	Ingénieur civil.....	St-Quentin.
742	BARBOTIN Albert.....	Ing ^r -Architecte.....	Roubaix.
743	WAELES Alphonse.....	Ingénieur.....	Roubaix.
744	BONTE Arthur.....	Directeur de la condition pu- blique de	Tourcoing.
745	DELEBART Georges.....	Filateur.....	Lille.
746	BONZEL Charles.....	Industriel.....	Haubourdin.
747	VIGERIE.....	Sous-intendant militaire.	Lille.
748	POUCHAIN Victor.....	Industriel.....	Armentières.
749	GEORGES	Chimiste	Roubaix.
750	DEL COURT Ernest.....	Filateur.....	Lille.
751	CREPY Auguste.....	Industriel	Lille.
752	STANDAERT.....	Fondeur	Lille.
753	ROHR.....	Ingénieur.....	Lille.
754	LOCOGE.....	Ft de produits chimiques	Douai.
755	WACHÉ Alfred.....	id.	Douai.