

SOMMAIRE DU BULLETIN N° 131.

	Pages
1^{re} PARTIE. — TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ :	
Assemblées générales mensuelles (Procès-verbaux).....	223
2^e PARTIE — TRAVAUX DES COMITÉS :	
Comité du Génie civil, des Arts mécaniques et de la Construction..	233
Comité de la Filature et du Tissage.....	236
Comité des Arts chimiques et agronomiques.....	237
Comité du Commerce, de la Banque et de l'Utilité publique.....	240
3^e PARTIE. — TRAVAUX DES MEMBRES :	
A. — Analyses :	
MM. GUERMONPREZ. — L'assurance-accident en France et en Allemagne.	225
ROLANTS. — Épuration des eaux résiduaires d'amidonnerie.....	225
SMITS. — Du danger d'explosion des objets formant vases clos.	226-233
SWYNGEDAUF. — Divers aspects de la question économique dans les transports d'énergie.....	226-234
LEMOULT. — Une réaction génératrice de matières colorantes.....	228
HENNETON. — Contribution à l'étude théorique des accumulateurs.	229
CRÉPY. — Associations d'inventeurs et associations d'artistes industriels.....	231-241
LEMOULT. — Analyse du lait par la méthode Quesneville.....	231-237
PETIT. — Changements de marche de chariots-locomotives d'usine.	233
SMITS. — Marche des machines sans compression.....	234
SWYNGEDAUF. — Machines électriques d'extraction.....	235
DANTZER. — Nouveau procédé de filage au mouillé.....	236
BOULEZ. — Hydrogénation par catalyse.....	238
LENOBLE. — Remarque à propos des formules exprimant la chaleur de combustion des composés organiques.....	239
PONSOT. — Photographie des couleurs par le procédé Lippmann..	239
VANLAER. — La question des retraites ouvrières.....	240
BOCQUET. — Sur la loi du 31 avril 1905 relative aux accidents du travail.....	242
B. — In extenso :	
MM. SWYNGEDAUF. — La densité de courant et la tension les plus favorables pour la transmission de l'énergie.....	243

SMITS. — Du danger d'explosion des objets formant vases clos...	257
CRÉPY. — Associations d'inventeurs et associations d'artistes industriels	261

4^e PARTIE. — TRAVAIL RÉCOMPENSÉ AU CONCOURS 1904 :

M. Antonin MONTUPET. — Des causes et des effets des explosions des chaudières à vapeur, examen des moyens préventifs.....	277
--	-----

5^e PARTIE. — RAPPORT.

M. A. NÉROT. — Le Nord et l'Est de la France et les voies d'accès au Simplon.....	353
--	-----

6^e PARTIE. — DOCUMENTS DIVERS :

Bibliographie	365
Bibliothèque.....	386
Nouveaux membres.....	388

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE

du Nord de la France.

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

BULLETIN TRIMESTRIEL

N° 131

33^e ANNÉE. — Deuxième Trimestre 1905.

PREMIÈRE PARTIE

TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ.

Assemblée générale mensuelle du 27 Avril 1905.

Présidence de M. BIGO-DANEL, Président.

Excusés.

MM. HOCHSTETTER, GUÉRIN, DUBUISSON et HENNETON, s'excusent de ne pouvoir assister à la réunion.

Décès.

Depuis la dernière séance, la Société Industrielle a eu la douleur de perdre deux de ses membres : M. BRASSART, négociant, occupait à Lille une situation commerciale très importante, fondateur de notre Société, il s'est toujours intéressé à son développement ; M. KOLB était une personnalité dans le monde industriel où il eut une très belle carrière. En sortant de l'École Centrale, il entra comme ingénieur aux Établissements Kuhlmann, dont il devint ensuite administrateur-

délégué. Docteur ès-Sciences, lauréat de l'Institut, il joignit aux qualités d'un industriel, celles d'un savant ; il fut pendant vingt-cinq ans vice-président de la Société et il a laissé de nombreuses traces de ses intéressants travaux.

L'assemblée joint ses regrets à ceux déjà exprimés aux familles des défunts par le Conseil d'Administration.

Correspondant
de la Société
pour l'Étude
Pratique
de la
Participation
du Personnel
dans les
Bénéfices.

L'assemblée ratifie la nomination de M. VANLAER par le Comité du Commerce comme correspondant de la Société pour l'Étude Pratique de la Participation du Personnel dans les Bénéfices.

Correspondance

M. PONSOR accuse réception de sa nomination de membre et s'inscrit au Comité de Chimie.

L'Assemblée approuve le Conseil d'Administration en ne jugeant pas opportun, selon les précédents, de déléguer de nos collègues comme membres du jury du concours agricole d'Halluin et d'y envoyer des primes.

Les documents reçus relativement au 2^e Congrès international de pétrole (Liège juin 1905) seront communiqués au Comité de Chimie.

MM. SARGANT et FAULKNER figureront désormais dans notre annuaire au lieu de MM. POTTS SON et HODGSON, leurs prédécesseurs.

L'Association Française pour la Protection de la Propriété Industrielle nous informe que son assemblée générale mensuelle aura lieu le 12 mai prochain, 19, rue Blanche, à 5 heures de l'après-midi.

La Société Industrielle de l'Est à Nancy, arrivée au chiffre de 500 membres sociétaires, a décidé pour fêter son rapide développement de consacrer la journée du 6 mai à une sorte de congrès. Elle invite nos collègues à y prendre part. Des invitations sont à la disposition des sociétaires, qui désireraient se rendre à Nancy.

Conférence.

M. le Président adresse ses félicitations et ses remerciements à M. le Docteur GUERMONPREZ pour la brillante conférence faite à notre Société sur les hôpitaux en Angleterre en 1904.

M. le Docteur GUERMONPREZ remercie M. le Président de ses aimables paroles et annonce un travail qui pourra donner lieu à une autre conférence.

Communi-
cations.

M. GUER-
MONPREZ.

L'assurance-
accident
en France
et en
Allemagne.

M. le Docteur GUERMONPREZ fait un parallèle entre le fonctionnement de l'assurance-accident en France et en Allemagne. Trop souvent on pense qu'il y a une grande analogie ; un seul point cependant est commun : le principe d'imputer à l'industrie le risque professionnel et l'obligation de le réparer. En Allemagne, l'assurance par l'État n'existe pas, tandis qu'en France, sans être très développée, elle figure à côté de l'assurance par sociétés privées, par mutuelles, par sociétés étrangères et par syndicats de garantie. M. GUERMONPREZ fait un tableau très net de la procédure complète en matière d'accident du travail en Allemagne, où existe une organisation toute spéciale absolument en dehors des tribunaux de droit commun. M. GUERMONPREZ développe enfin l'emploi des fonds de garantie utilisés en Allemagne aux travaux publics ou privés, fonds qui en France sont versés à la Caisse des Dépôts et Consignations.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. GUERMONPREZ de son parallèle très instructif.

M. ROLANTS.

Épuration
des eaux
résiduaires
d'amidonnerie.

M. ROLANTS rappelle en quelques mots la fabrication de l'amidon et indique les méthodes employées pour épurer les eaux résiduaires. L'épuration par contact aérobie n'a pas d'abord donné de bons résultats, parce que les déchets entraînés venaient colmater la surface des lits et empêcher l'oxydation. La formation spontanée d'acide butyrique enraye aussi l'épuration par fermentation anaérobie. M. ROLANTS préconise un

procédé chimico-bactérien par l'emploi préalable de la chaux, puis de lits bactériens dont M. ROLANTS explique le fonctionnement détaillé.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. ROLANTS de nous faire connaître ces études qui ont un si haut intérêt dans notre région où la question d'épuration des eaux est en permanence à l'ordre du jour.

M. SMITS.

Du danger
d'explosion
des objets
formant
vases clos.

M. SMITS signale des cas d'explosion d'objets formant vases clos lorsqu'ils sont soumis à l'action du feu : un piston dans un lot de mitraille mis au cubilot, un piston nettoyé sur un feu de forge, un flotteur de générateur dont on a soudé la tige à chaud, un mandrin sur lequel on faisait une soudure.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. SMITS de nous signaler ces accidents occasionnés par l'imprévoyance de certains ouvriers.

M. SWYNGEDAUF.
—
Divers aspects
de la question
économique
dans
les transports
d'énergie.

M. SWYNGEDAUF signale que l'économie d'une installation de transport d'énergie peut être recherchée en rendant :

1^o La dépense annuelle D minima ;

2^o Le produit net $R - D$ maximum.

(R étant la recette annuelle) ;

3^o Le coefficient d'exploitation $\frac{R - D}{D} = \frac{R}{D} - 1$

ou $\frac{R}{D}$ minimum.

M. SWYNGEDAUF montre différents cas où la condition à remplir amène à la même conclusion pour les 3 problèmes.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. SWYNGEDAUF de son intéressante communication.

Assemblée générale mensuelle du 18 Mai 1905.

Présidence de M. HOCHSTETTER, Vice-Président.

Excusés. MM. BIGO-DANEL, GUÉRIN, NOURTIER, DUBUISSON s'excusent de ne pouvoir assister à la réunion.

Décès. M. LE PRÉSIDENT fait part des décès de MM. WUILLAUME et VRAU, nos collègues. M. WUILLAUME, consul de Belgique, ancien président de notre Comité du Commerce, tenait une grande place dans notre Société, où son affabilité lui avait acquis l'unanime sympathie; dévoué à ses compatriotes, il rendit de grands services aux Belges et aux Français dans notre région. M. VRAU, important manufacturier de notre ville, était aussi connu comme un homme de bien. Il comptait parmi les initiateurs de notre Société.

M. LE PRÉSIDENT se fait l'interprète de tous en exprimant les regrets de notre Société.

Correspondance M. LE PRÉSIDENT porte à la connaissance de l'Assemblée les documents qui nous ont été envoyés relativement au congrès international des classes moyennes urbaines et rurales (Liège, Août 1905); au congrès de chimie et de pharmacie (Liège, Juillet 1905). Il rappelle le congrès international d'expansion économique mondiale, dont les documents nous ont été communiqués par le consulat de Belgique. Après avoir donné connaissance de la circulaire du congrès international du pétrole. (Liège, Juin 1905). M. le Président prend note de l'inscription de M. CHARPENTIER.

La Société pour la Défense du Commerce et de l'Industrie de Marseille, nous envoie . 1^o un rapport concernant le projet de réforme de la loi du 21 mars 1884, sur les syndicats professionnels; 2^o l'ensemble des vœux adoptés par la dernière assemblée des présidents de syndicats patronaux.

Le journal « Le Maroc Français » demande l'appui moral de notre Société et offre de faire recueillir pour ses collaborateurs les renseignements que nos collègues pourraient désirer.

Ces documents seront examinés par les comités compétents.

L'Union des Sociétés de Gymnastique de France fait part de la création de l'OEuvre d'Éducation Physique et d'Hygiène sociale ayant pour but la création de bains-douches pour employés et ouvriers ; le Conseil d'administration a demandé communication des statuts de cette œuvre qui paraît très intéressante.

Échange

L'échange de notre bulletin est accepté avec le bulletin du laboratoire d'essais du Conservatoire National des Arts et Métiers.

Conférence.

M. LE PRÉSIDENT annonce que M. LEMOULT a bien voulu accepter de nous faire une conférence le 8 juin prochain, sur « Une Mission en Allemagne. — Collaboration des savants et des industriels ».

Communications.

—
M. LEMOULT.

—
Une réaction
génératrice
de matières
colorantes.

M. LEMOULT rappelle la réaction générale qui donne naissance à de nombreuses matières colorantes en partant du triphenylméthane et étudie l'action du pentachlorure de phosphore sur la diméthylaniline. A température ordinaire la réaction est violente et donne une belle coloration bleue qui disparaît à la chaleur. Aussi pour éviter cet inconvénient, M. LEMOULT maintient refroidie la démithylaniline dans laquelle il projette PCl_5 pulvérisé. M. LEMOULT analyse les diverses phases de la réaction dont il explique les résultats et dont il tire une généralisation intéressante au point de vue industriel.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. LEMOULT de son intéressante communication qui montre l'importance de la question ultérieurement traitée par M. LEMOULT dans sa prochaine conférence.

M. HENNETON.
Contribution
à l'étude
théorique des
accumulateurs.

M. HENNETON complète sa récente communication où il a étudié le rôle de l'électrode négative.

M. HENNETON rappelle la réaction générale de l'accumulateur au plomb pendant la charge et la décharge. Il explique ce qui se passe à l'électrode positive notamment la dissolution de l'ozone dans le peroxyde de plomb. Il donne à l'appui de sa théorie de nombreuses expériences et présente à l'Assemblée des photographies microstéréographiques intéressantes.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. HENNETON de son étude qu'il compte voir publier dans notre bulletin où nous pourrions la relire avec l'attention qu'elle comporte.

Scrutin.

M. O. FANYAU est élu membre de la Société à l'unanimité des membres présents.

Assemblée générale mensuelle du 29 Juin 1905.

Présidence de M. BIGO-DANEL, Président.

Le procès-verbal de la dernière réunion est adopté sans observation.

Excusés.

MM. DELEBECQUE, BONNIN, DESCAMPS, DUJARDIN et BOCQUET s'excusent de ne pouvoir assister à la séance.

Décès.

M. LE PRÉSIDENT rappelle la perte cruelle que nous avons éprouvée depuis la dernière assemblée générale en la personne de M. SCHMITT, président du Comité des Arts chimiques en exercice. M. HOCHSTETTER, faisant alors fonction de président, a représenté notre Société aux funérailles où il a adressé un adieu à ce sympathique et valeureux collègue.

M. LE PRÉSIDENT, à l'occasion du décès de M^{me} Corenwinder,

évoque parmi nous le souvenir ému gravé dans notre mémoire de feu M. CORENWINDER, notre vaillant vice-président, qui a été le secrétaire-général de la fondation de notre Société.

Nouveau bureau
du Comité
de chimie.

Par suite du décès de M. SCHMITT, le bureau du Comité de Chimie est constitué comme suit :

M. LEMOULT, président, M. BOULEZ, vice-président, M. LEMAIRE, secrétaire.

Correspon-
dances.

M. LE PRÉSIDENT transmet à l'Assemblée l'invitation que nous avons reçue de souscrire en grand nombre au banquet organisé le 2 juillet prochain par l'Union Française de la Jeunesse, présidé par M. Bienvenu-Martin, Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts.

M. LE PRÉSIDENT donne connaissance des documents qui nous ont été envoyés relativement à l'Exposition nationale d'Amiens (1906) et à l'Exposition internationale des industries textiles de Tourcoing (1906).

L'OEuvre d'Éducation Physique et d'Hygiène sociale nous a envoyé ses statuts.

M. le Directeur de l'École Manufacturière d'Elbœuf nous a fait parvenir un intéressant traité pratique de filature de la laine cardée par MM. Prévaut et Thomas, dont il sera fait une notice dans notre bulletin.

La Société Industrielle de l'Est à Nancy nous a transmis un rapport sur le *Nord et l'Est de la France et les voies d'accès au Simplon*, qui sera publié in extenso dans notre bulletin.

Tirage
des obligations.

Six obligations portant les N^{os} 142, 185, 165, 201, 194, 120, tirées au sort, sont immédiatement remboursables.

Plis cachetés.

Un pli cacheté, N^o 555, a été déposé à la Société par M. Yves

Zuber, le 24 mai 1905 ; un pli cacheté, N° 556, a été déposé par M. Yves Zuber, le 17 juin 1905.

Communi-
cations.
M. Ed. Crépy.
Associations
d'inventeurs
et
associations
d'artistes
industriels.

M. Edouard CRÉPY fait connaître le but et l'organisation des associations d'inventeurs et des associations d'artistes industriels qui organisent un congrès international à Bruxelles et à Liège en septembre prochain, congrès auquel il convie ses collègues de la Société Industrielle. Il montre le rôle de l'inventeur dans la civilisation et son influence sur le développement des affaires dans les divers pays, statistiques à l'appui, notamment en Amérique pour la mécanique spéciale, en Allemagne pour l'industrie chimique. M. CRÉPY commente ensuite le programme du congrès en soulignant les points principaux : la licence obligatoire, l'établissement d'une sorte de patente internationale, la taxe progressive, le contrat d'édition artistique, l'enregistrement international des dessins, etc.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. CRÉPY de son intéressant exposé qui a attiré notre attention sur le congrès prochain. Il est certain que plusieurs de nos collègues se rendront à l'invitation de M. CRÉPY.

M. LEMOULT.
Analyse du lait
par la méthode
Quesneville.

M. LEMOULT indique sous quelles formes on remplace dans le lait le beurre par d'autres graisses. Il décrit la méthode proposée par M. Quesneville pour découvrir cette contrefaçon courante. Le beurre, se trouvant dans le lait enveloppé dans des cellules, n'a pas la même facilité de se dissoudre que les autres graisses privées de ces cellules. M. Quesneville choisit des dissolvants appropriés qui, mélangés au lait, en font disparaître les graisses ajoutées et laissent intact le beurre.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. LEMOULT de nous entretenir de cette intéressante question de la falsification du lait contre laquelle on lutte tant dans notre pays.

Scrutin.

M. Ch. GUILLASSE est élu membre ordinaire de la Société à l'unanimité des membres présents.

DEUXIÈME PARTIE

TRAVAUX DES COMITÉS

Président du Comité

Comité de l'Enseignement
de la Région de la Côte d'Azur

1905

Le Comité de l'Enseignement de la Région de la Côte d'Azur a eu l'honneur de recevoir de la part de M. le Ministre de l'Instruction Publique, le 15 Mars 1905, une lettre par laquelle il lui était communiqué que le Gouvernement avait décidé de constituer, dans la Région de la Côte d'Azur, un Comité de l'Enseignement, chargé de préparer les propositions relatives à l'enseignement primaire, secondaire et supérieur, et de les présenter au Conseil Supérieur de l'Enseignement. Le Comité de l'Enseignement de la Région de la Côte d'Azur a l'honneur de vous adresser, ci-joint, le rapport qu'il a l'honneur de vous adresser, en vertu de la mission qui lui a été confiée par le Gouvernement. Ce rapport est divisé en deux parties : la première, qui concerne l'enseignement primaire, et la seconde, qui concerne l'enseignement secondaire et supérieur. Le Comité de l'Enseignement de la Région de la Côte d'Azur a l'honneur de vous adresser également, ci-joint, le rapport qu'il a l'honneur de vous adresser, en vertu de la mission qui lui a été confiée par le Gouvernement. Ce rapport est divisé en deux parties : la première, qui concerne l'enseignement primaire, et la seconde, qui concerne l'enseignement secondaire et supérieur.

DEUXIÈME PARTIE

TRAVAUX DES COMITÉS

Procès-Verbaux des Séances.

Comité du Génie Civil, des Arts Mécaniques
et de la Construction.

Séance du 18 avril 1905.

Présidence de M. MESSIER, Président.

M. LE PRÉSIDENT donne connaissance d'une circulaire relative au deuxième Congrès international du pétrole qui se tiendra à Liège du 26 juin au 1^{er} juillet 1905 ; M. CHARPENTIER donne son adhésion.

M. PETIT décrit deux systèmes de changement de marche appliqués aux chariots-locomotives d'usines, notamment aux aciéries de Denain. Le premier type consiste essentiellement en un petit tiroir supplémentaire qui peut se mouvoir perpendiculairement au tiroir principal de distribution ; par un simple mouvement de levier, le petit tiroir renverse l'admission. Le deuxième type comporte une fausse glace se déplaçant dans le même sens que le tiroir de distribution et masquant ou démasquant les orifices d'admission et d'échappement, pour la marche avant ou arrière.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. PETIT de nous faire connaître ces systèmes rapides et très pratiques.

M. SMITS explique le danger d'explosion des objets formant vases clos soumis à la chaleur. Comme exemples il cite des accidents survenus récemment dans des usines de la région : un piston nettoyé sur un feu de forge, une tige de flotteur emman-

chée à chaud, un vieux piston jeté au culibot, un mandrin ayant servi à faire une soudure. Pour ce dernier cas M. SMITS fait un calcul démonstratif.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. SMITS de son intéressant exposé.

M. SWYNGEDAUF étudie le moyen de rendre une installation de transport d'énergie la plus économique. Il pose les trois problèmes de rendre la dépense d'établissement minima, la différence entre les recettes et les dépenses maxima, le rendement financier (soit le quotient de la différence précédente par la dépense) maximum. Il suppose donnée successivement l'énergie utile et la puissance installée, puis il considère le cas d'un développement graduel. M. SWYNGEDAUF montre que, quel que soit le point de vue, la question revient toujours au même.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. SWYNGEDAUF de son instructif exposé.

Séance du 30 Mai 1905.

Présidence de M. MESSIER, Président

MM. COUSIN, CHARPENTIER, SWYNGEDAUF s'excusent de ne pouvoir assister à la réunion.

M. SMITS montre des diagrammes de machines marchant sans compression. En considérant les diagrammes, ces machines paraissent plus économiques, mais en pratique la compression réchauffe le fond du cylindre, ce qui compense la diminution de surface indiquée par le diagramme et qu'on peut d'ailleurs remplacer par une admission allongée. D'autre part, la compression évite un brusque changement d'effort sur le piston au point mort, qui a quelquefois amené la rupture de tige de piston en acier ou d'autres avaries du même genre. M. SMITS termine par une comparaison de rendement entre les

machines monocylindriques et les machines compound aux différentes pressions initiales.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. SMITS de son intéressant exposé.

Séance du 20 Juin 1905.

Présidence de M. MESSIER, Président.

M. NOURTIER s'excuse de ne pouvoir assister à la réunion.

M. SWYNGEDAuw indique les qualités requises pour qu'un moteur puisse être employé pratiquement comme machine d'extraction et montre la difficulté d'utiliser l'électricité pour cet usage. Il donne ensuite les principes et solutions adoptées jusqu'à ce jour pour les machines d'extraction électriques.

On a essayé d'abord l'attaque directe du treuil par le moteur, en prenant toutes les précautions possibles pour assurer mécaniquement et électriquement la prise du frein. Cette solution exige un moteur très puissant à pôles nombreux et tournant à faible vitesse. Aussi a-t-on intercalé entre le treuil et le moteur des engrenages réducteurs. Par économie et pour régulariser la marche, on a utilisé une batterie d'accumulateurs à éléments variables ; mais ces derniers placés dans de mauvaises conditions se détérioraient rapidement. Certains constructeurs se sont servi d'un lourd volant tournant en permanence et venant donner au démarrage le supplément de puissance au moteur calculé pour la marche normale, mais pour mettre ce volant en mouvement on absorbait une grande force. Le dernier perfectionnement consiste à faire varier le voltage aux bornes de l'induit en mettant en série trois dynamos dont l'une est la génératrice principale et les deux autres modifient le voltage en plus ou en moins.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. SWYNGEDAuw de son intéressante étude.

Comité de la Filature et du Tissage.

Séance du 17 Avril 1905.

Présidence de M. LEAK, Président.

M. GUÉRIN s'excuse de ne pouvoir assister à la réunion.

Lecture est donnée d'une lettre de M^{me} Clayton demandant à se mettre en rapport avec les filateurs de lin pour l'exportation en Westphalie. La proposition de M^{me} Clayton sera transmise au syndicat des filateurs de lin.

M. DANTZER présente au Comité un nouveau procédé de filage au mouillé dû à MM. Heyndricks, Delerue, Dantzer et Mongy. Il montre les inconvénients de la méthode actuelle à la vapeur, rappelle les brevets qui ont été pris pour le travail à froid et propose d'employer une solution de chlorure de zinc qui, en agissant légèrement sur la cellulose, isole la matière gommeuse de la fibre et facilite leur glissement. M. DANTZER présente des spécimens d'étoffe de lin, de ramie, de chanvre filés par ce moyen. Il indique l'économie réalisée dans l'entretien des bâtiments, la durée des courroies, la moindre consommation de charbon, l'amélioration de l'hygiène de salle de filature, qui constituent les principaux avantages du procédé.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. DANTZER de son intéressante communication et le prie de la faire connaître en assemblée générale et de nous tenir au courant des résultats obtenus en particulier avec le lin.

Comité des Arts chimiques et agronomiques.

Séance du 17 avril 1905.

Présidence de M. LEMOULT, Vice-Président.

A propos du procès-verbal de la dernière réunion, MM. LEMOULT et LENOBLE discutent la formule de Dulong relative au pouvoir calorifique des combustibles.

M. LEMOULT expose la méthode Quesneville pour l'analyse du lait basée sur ce fait que le beurre dans le lait est enfermé dans des cellules, tandis que les graisses qu'on y ajoute souvent en fraude sont dépourvues de ces cellules. Au moyen de réactifs convenables on sépare du lait la crème sur laquelle on fait une observation rapide par un tour de main indiqué par M. LEMOULT.

M. BOULEZ fait remarquer que les graisses dont il est question ne sont pas renfermées dans des cellules parce qu'elles sont extraites à chaud, mais qu'il n'en serait peut-être pas de même avec une huile pressée à froid.

Le Comité prie M. LEMOULT de faire connaître le procédé Quesneville à l'assemblée générale

Séance du 26 mai 1905.

Présidence de M. BOULEZ, Secrétaire.

M. LEMOULT, Vice-Président, est excusé de ne pouvoir assister à la séance.

M. LE PRÉSIDENT rend hommage à la mémoire de M. SCHMITT, président titulaire du Comité, décédé ces jours-ci ; il rappelle

les qualités du regretté défunt dont la collaboration assidue, la valeur scientifique et la grande urbanité laissent parmi ces collègues le meilleur souvenir. Le Comité s'associe aux paroles de M. LE PRÉSIDENT et émet le vœu pour l'avenir dans de semblables circonstances de se rendre officiellement aux obsèques de ses membres.

M. LE PRÉSIDENT fait connaître les conditions du Congrès International du Pétrole (Liège juin 1905) et du Congrès de Chimie et de Pharmacie (Liège juillet 1905). Il s'inscrit personnellement pour ce dernier.

M. LE PRÉSIDENT rappelle les méthodes d'hydrogénation par catalyse généralement employées et fait connaître un procédé qui lui a donné d'excellents résultats au moyen du zinc en poudre en présence de la vapeur d'eau surchauffée.

Le Comité remercie M. LE PRÉSIDENT de son intéressante remarque.

Séance du 16 Juin 1905.

Présidence de M. LEMOULT, Vice-Président, puis Président.

S'excusent de ne pouvoir assister au Comité MM. RUFFIN et NOURTIER.

Après la lecture du procès-verbal, M. LEMOULT absent à la dernière réunion joint ses regrets personnels à ceux exprimés par ses collègues à propos de la mort de M. SCHMITT, le regretté président du Comité.

Le Comité au scrutin secret nomme :

M. LEMOULT, président, en remplacement de M. SCHMITT, décédé ;

M. BOULEZ, vice-président, en remplacement de M. LEMOULT ;

M. LEMAIRE, secrétaire, en remplacement de M. BOULEZ.

M. LENOBLE reprend et discute les formules de M. LEMOULT donnant la puissance calorifique des composés organiques.

$$q = 157x + n \quad (1)$$

$$q = 102x + \frac{55}{2}q + k \quad (2)$$

dans lesquelles x est le nombre d'atomes de carbone, q le nombre d'atomes d'hydrogène, k une quantité caractéristique de la classe d'hydrocarbure.

M. LENOBLE montre qu'il y a une infinité de manières de passer de la formule (1) à la formule (2) et qu'on peut notamment dans la deuxième faire ressortir les appoints calorifiques des liaisons.

M. LENOBLE et M. LEMOULT sont d'accord au point de vue mathématique, mais interprète différemment les formules. M. LENOBLE reconnaît que la forme (2) est la plus pratique pour les calculs.

M. PONSOT fait remarquer que dans les sciences physiques il est bon de rechercher des formules empiriques mais qu'on ne peut en tirer aucune conclusion théorique.

M. PONSOT expose le procédé Lippmann pour la photographie des couleurs. Il décrit l'appareil employé pour obtenir les clichés, donne une explication du phénomène basée sur la théorie des interférences et indique les manipulations délicates pour la préparation des plaques. M. PONSOT montre ensuite des positifs sur verre qu'il a obtenus par le procédé Lippmann.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. PONSOT de son intéressante communication.

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

Séance du 18 Avril 1905.

Présidence de M. GUERMONPREZ, Président.

M. Arthaud, professeur à la faculté libre de Lille, assiste à la séance à titre d'invité.

La Société de Participation du Personnel dans les Bénéfices demande à la Société Industrielle de lui désigner dans son sein un correspondant, le Comité désigne M. VANLAER, pour remplir ces fonctions avec la compétence qui le caractérise en pareille matière.

Lecture est donnée d'une note de l'Association des Industriels du Nord, relative aux modifications apportées le 31 mars 1905, à la loi du 9 avril 1898 sur les accidents du travail. Cette question figurera à l'ordre du jour de la prochaine séance.

M. VANLAER expose l'état actuel de la question des retraites ouvrières. M. VANLAER fait un rapide historique des projets soumis au Parlement et les compare avec ce qui existe à l'étranger, notamment en Allemagne. M. VANLAER discute le principe de l'obligation ou de la liberté de cette assurance, le risque et l'importance de la retraite, puis il étudie les deux théories : 1^o la capitalisation à intérêts composés assurant une rente viagère quand on cesse de payer les primes ; 2^o la répartition des primes versées par les uns pour faire des rentes aux autres. Il insiste sur la difficulté dans les deux cas des mesures transitoires et fait intervenir les projets mutualistes.

M. BOCQUET fait remarquer que dans aucun cas on n'a prévu la situation de l'individu alternativement patron et ouvrier.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. VANLAER de son intéressante étude et le prie de la faire connaître à l'assemblée générale.

Séance du 30 Mai 1905.

MM. GUERMONPREZ, Président ; G. VANDAME, Vice-Président ; Liévin DANIEL, Secrétaire, sont excusés.

M. Edouard CRÉPY, à propos du futur congrès international des associations d'inventeurs et des associations d'artistes industriels qui se tiendra à Bruxelles et Liège en septembre 1905, expose la situation généralement précaire des inventeurs, qui cependant sont les principaux agents de civilisation.

Par une statistique, M. CRÉPY montre que le chiffre d'affaires par tête d'habitant est notablement inférieur en France, quand on la compare aux autres peuples industriels, au contraire ce chiffre augmente en Allemagne et en Amérique. M. CRÉPY montre comment en Amérique on favorise les recherches en établissant des instituts qui aident les inventeurs et en consacrant dans les grandes usines un bureau chargé d'étudier les idées des ouvriers au nom de qui on prend des brevets s'il y a lieu. M. CRÉPY commente le but de l'Association des Inventeurs et le programme du congrès comprenant deux parties : les lois intérieures de chaque État et le droit international.

Il demande que la Société Industrielle prenne part à ce congrès, il pense qu'en favorisant l'Association des Inventeurs elle rendra service aux industriels, jouera un rôle bien-faisant au point de vue économie sociale, l'Association guidant les persévérances, évitant les chicanes et diminuant l'antagonisme entre le capital et le travail

Séance du 20 Juin 1905.

Présidence de M. GUERMONPREZ, Président.

M. L. GUÉRIN s'excuse de ne pouvoir venir à la séance.

M. LE PRÉSIDENT exprime ses regrets d'avoir été privé d'assister à la dernière réunion.

Le Comité a été consulté sur la demande d'appui moral de la Société Industrielle à donner au journal « Le Maroc Français » pour une mission d'enquête commerciale qu'il organise au Maroc sur les importations d'origine étrangère. Le Comité ne se trouve pas suffisamment documenté sur la question avec les renseignements reçus.

M. le PRÉSIDENT fait savoir qu'il s'est personnellement inscrit au congrès international d'expansion économique mondiale organisé à Mons (1905). Le développement de l'éducation physique doit y tenir une grande place.

D'intéressants documents nous sont parvenus de la Société pour la Défense du Commerce et de l'Industrie de Marseille, notamment des rapports sur 1^o une proposition de loi modifiant la loi actuelle sur les syndicats; 2^o une proposition de loi tendant à donner au vendeur au comptant, non payé, le droit de faire procéder à une saisie-revendication.

Le Comité consulté par M. Blondel sur la question des traités de commerce franco-allemand estime que cette demande dépasse ses attributions.

M. LE PRÉSIDENT porte à la connaissance du Comité la circulaire relative au congrès international des classes moyennes urbaines et rurales. (Liège 1905).

M. BOCQUET expose au Comité les modifications que la loi du 31 mars 1905 apporte à la loi du 9 avril 1898 sur les accidents. Il entre dans quelques détails au sujet du mode de détermination et de paiement des indemnités et des rentes.

Le Comité discute divers points de la loi.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. BOCQUET de son exposé et le prie de faire connaître à l'assemblée générale.



TROISIÈME PARTIE

TRAVAUX DES MEMBRES

LA DENSITÉ DE COURANT ET LA TENSION

LES PLUS FAVORABLES

POUR LA TRANSMISSION DE L'ÉNERGIE

Par M. SWYNGEDAUV.

Le problème économique des transports d'énergie. —

La question économique qui se pose à l'ingénieur qui veut installer un transport d'énergie semble être la suivante :

La puissance utile que l'on veut produire étant donnée d'avance, quelle puissance doit-on installer à l'usine génératrice située à une distance D de l'usine réceptrice et quelle est la section des canalisations à adopter pour que la dépense d'installation et le prix de revient de l'énergie à la station réceptrice soit minimum ? La résolution de ce problème conduit à la règle de Lord Kelvin sur la densité la plus économique rappelée plus loin.

Le problème économique réel me paraît légèrement différent du précédent. Dans les transports d'énergie, la puissance utile n'est pas absolument déterminée ; elle est appelée à grandir mais ce qui est toujours donné c'est la puissance installée à l'usine.

En effet, après avoir jeté un coup d'œil sur la puissance totale qui sera un jour installée à l'usine, sur la vitesse de développement de cette installation, l'ingénieur aura d'abord à choisir les types et la puissance des machines génératrices, etc. A un stade quelconque du développement de l'usine, il y aura à la station génératrice une

installation de machines d'une puissance *déterminée* dont il faut tirer le meilleur parti et le problème économique posé sera le suivant.

Etant donnée une usine génératrice de puissance installée donnée P, dans quelles conditions faut-il établir le transport de l'énergie à la station réceptrice pour retirer de l'entreprise le plus grand bénéfice.

Mise en équation du problème. — Nous savons que, pour augmenter le rendement, il faut élever la tension de transmission et pour obtenir le maximum de sécurité relativement aux accidents dus aux étincelles disruptives qui éclateraient aux appareils de l'usine, avec le minimum de dépenses, il faut employer les courants triphasés.

Nous produirons l'énergie à une tension moyenne commode, 3.000 volts par exemple, entre deux bornes des génératrices ; nous élèverons cette tension à l'aide de transformateurs installés à la station génératrice, nous réunirons les bornes communes de leurs secondaires à haute tension aux bornes du primaire à haute tension d'autres transformateurs installés à la station réceptrice, par trois lignes ou fils conducteurs suspendus à des poteaux ; nous recueillerons aux bornes des secondaires de la station réceptrice, un courant à tension moyenne, 3.000 volts par exemple, directement utilisable pour les moteurs à champ tournant ou un courant à basse tension, 440 volts, maniable sans danger pour les personnes.

Il s'agit de rendre maximum le bénéfice de l'entreprise. Calculons d'abord la puissance utilisable à la station réceptrice.

La puissance disponible aux bornes des génératrices étant P, la puissance disponible aux bornes du secondaire des transformateurs de départ, à l'origine des lignes, sera

$$P_1 = P - \frac{k_1}{100} P$$

en désignant par $\frac{k_1}{100} P$ la puissance perdue dans les transformateurs.

La puissance perdue en ligne est $N \frac{r l i^2}{s}$

N désignant le nombre de lignes installées, r la résistivité, l la longueur, s la section d'une ligne, i le courant qui la parcourt.

L'énergie perdue pendant le temps dt est $N \frac{r l i^2}{s} dt$

L'énergie perdue pendant un temps dt' où le courant a la valeur i' sera

$$N \frac{r l i'^2}{s} dt'$$

de sorte que l'énergie perdue annuellement sera

$$W = N \frac{r l}{s} (i^2 dt + i'^2 dt' + \dots)$$

$dt, dt',$ etc. désignant les diverses durées élémentaires en lesquelles on peut décomposer une année. Si cette énergie était perdue par un courant constant passant pendant la durée réelle d'utilisation T l'intensité efficace i_e de ce courant eût été i_e telle que

$$W = N \frac{r l i_e^2}{s}$$

et elle est exprimée en wattheures, si T est évaluée en heures, i_e en ampères et r en ohms; en outre la puissance perdue P' est exprimée en watts.

$$P' = N \frac{r l i_e^2}{s}$$

La puissance disponible aux bornes du primaire des transformateurs d'arrivée sera

$$P - \frac{k_1}{100} P = N \frac{r l i_e^2}{s}$$

Les pertes dans le transformateur d'arrivée étant aussi de $\frac{k_2}{100}$ de la puissance amenée aux bornes du primaire, les pertes dans le transformateur d'arrivée seront

$$\frac{k_2}{100} P - \frac{k_1 k_2}{100^2} P = \frac{k_2 N r l i_e^2}{100 s}$$

et la puissance utilisable disponible aux bornes du secondaire sera

la puissance génératrice diminuée des pertes successives, c'est-à-dire

$$P - \frac{k_1 + k_2}{100} P + \frac{k_1 k_2 P}{100} - \left(1 - \frac{k_2}{100}\right) Nr \frac{l}{s} i_e^2$$

Calculons maintenant les dépenses.

Si π est la dépense d'installation par watt et a le taux d'amortissement des bâtiments, des appareils et machines de l'usine, $P \pi a$ représente la dépense annuelle due à l'amortissement de l'usine.

Si π_1 représente le prix d'installation par watt des transformateurs de l'usine génératrice, et a_1 leur taux d'amortissement $\left(P - \frac{k_1 P}{100}\right) \pi_1 a_1$ représente la dépense annuelle d'amortissement des transformateurs de départ.

Si π_2 représente le prix d'installation par watt d'un transformateur de la station réceptrice et a_2 le taux d'amortissement, $\left(P - \frac{k_1 + k_2}{100} P + \frac{k_1 k_2 P}{100^2} - Nr \frac{l i_e^2}{s}\right) \pi_2 a_2$ représente la dépense annuelle d'amortissement des transformateurs d'arrivée.

La dépense de la ligne se compose de deux parties, l'une comprenant en particulier les poteaux et isolateurs, et qui ne dépend pas de la section de la ligne. l'autre comprenant la ligne elle-même proportionnelle à la section ; chacune d'elles est proportionnelle à la longueur en adoptant pour taux d'amortissement et d'entretien la valeur b .

* Nous écrivons le premier $m l b + m' l$; le second sera $N n l s b$; $m' l$ étant la dépense d'entretien et de surveillance, $m l$ étant la dépense d'installation des poteaux, n le prix de l'unité de volume du cuivre à pied d'œuvre.

Soit p la dépense d'exploitation par wattheure produit à l'usine ; en évaluant la puissance en watts et le temps en heures, PTp représente la dépense de production de l'énergie annuelle à l'usine ; soient G les frais généraux de l'exploitation.

La dépense annuelle est représentée par

$$A \left(P \pi a + T p \right) + \left(P - \frac{k_1}{100} P \right) \pi_1 a_1 \\ + \left(P - \frac{k_1 + k_2}{100} P + \frac{k_1 k_2}{100^2} P - \left(1 - \frac{k_2}{100} \right) N r \frac{l}{s} i_e^2 \right) \pi_2 a_2 \\ + m l b + m' l' + N n l s b + G$$

La recette annuelle provient uniquement de l'énergie vendue, soit p_1 le prix de vente du wattheure. La vente de l'énergie produira une somme

$$\left(P - \frac{k_1 + k_2}{100} P + \frac{k_1 k_2}{100^2} P - \left(1 - \frac{k_2}{100} \right) N r \frac{l}{s} i_e^2 \right) T p_1$$

Le bénéfice de l'entreprise sera donc de

$$B = \left(P - \frac{k_1 + k_2}{100} P + \frac{k_1 k_2}{100^2} P - \left(1 - \frac{k_2}{100} \right) N r \frac{l}{s} i_e^2 \right) T p_1 \\ (1) \quad - P (\pi a + T p) - \left(P - \frac{k_1}{100} P \right) \pi_1 a_1 \\ - \left(P - \frac{k_1 + k_2}{100} P + \frac{k_1 k_2}{100^2} P - \left(1 - \frac{k_2}{100} \right) N r \frac{l}{s} i_e^2 \right) \pi_2 a_2 \\ - m l b - m' l - N n l s b - G$$

Densité la plus favorable. — Dans une usine qui fonctionne, la puissance génératrice P est donnée ainsi que la tension de transmission, l'on connaît également les lignes et les appareils qui utilisent le courant fourni par le secondaire du transformateur d'arrivée, par suite, le facteur de puissance g ; le courant i_e qui passe dans les lignes est donc déterminée par la formule

$$P = V e i_e g$$

Remarquons que, d'autre part, le prix de vente de l'énergie, le prix d'installation des machines et des transformateurs, les dépenses d'exploitation, la durée moyenne d'utilisation, la résistivité de la ligne, sa longueur, le taux d'amortissement, les prix de pose et d'entretien sont connus ou fixés pratiquement; la seule variable dans cette équation est la section s .

Le bénéfice de l'entreprise dépendra donc uniquement de la section de la ligne, si on se donne la tension; il s'agit de rendre

minima la somme A des termes soustractifs qui dépendent de la section s , c'est-à-dire :

$$A = \left(1 - \frac{k_2}{100}\right) N r \frac{l}{s} i_e^2 \left(T p_1 - \pi_2 a_2\right) + N n l s b$$

Les deux termes de cette somme ont un produit constant, par suite la somme est minimum quand les termes sont égaux, c'est-à-dire lorsque l'on a

$$(2) \left(1 - \frac{k_2}{100}\right) N r \frac{l}{s} i_e^2 (T p_1 - \pi_2 a_2) = N n l s b$$

on en déduit la section la plus profitable pour le transport de l'énergie

$$(3) \quad s = i_e \sqrt{\frac{\left(1 - \frac{k_2}{100}\right) r \left(T p_1 - \pi_2 a_2\right)}{n b}}$$

si nous remarquons que $\frac{i_e}{s}$ est le courant moyen qui passe par unité de section, c'est-à-dire la densité moyenne du courant $d = \frac{i_e}{s}$.

$$(4) \quad d = \sqrt{\frac{n b}{\left(1 - \frac{k_2}{100}\right) r \left(T p_1 - \pi_2 a_2\right)}}$$

Remarquons que $\frac{k_2}{100}$ variant de $\frac{2}{100}$, à $\frac{4}{100}$, est négligeable

devant l'unité, qu'en outre $\pi_2 a_2$, amortissement et entretien des transformateurs d'arrivée par watt, est négligeable devant le prix de vente $T p_1$ de l'énergie produite par watt installé en une année, c'est-à-dire devant le prix du watt-an engendré et la condition la plus favorable pour le transport de l'énergie devient

$$(5) \quad N n l s b = N r l \frac{i_e^2}{s} T p_1$$

la densité la plus profitable de transmission de l'énergie est

$$(6) \quad d = \sqrt{\frac{n b}{r T p_1}}$$

L'équation (5) nous amène à énoncer les conditions optima de transmission de l'énergie sous la forme suivante.

Lorsqu'on se donne la tension de transmission de l'énergie au départ des lignes et la puissance installée à l'usine, la *section la plus profitable à donner aux lignes de transmission est telle que le prix de vente d'une quantité d'énergie égale à l'énergie perdue en ligne est égale à l'amortissement des câbles qui la constituent.*

Pour une ligne en cuivre qui coûterait $n = 22,50$ fr. le kilomètre de fil de ligne aérienne d'un millimètre carré de section amortie au taux $b = 0,08$, r étant pris égal à 20 ohms par kilomètre et par millimètre carré de section, les densités les plus profitables seraient :

0,948	avec un prix	$T p_1$	du kilowatt-an engendré de	100 fr.
0,774	»	»	»	150
0,67	»	»	»	200
0,54	»	»	»	300
0,424	»	»	»	500

Dans le cas de câbles isolés pour canalisations souterraines dont le coût est double, on voit que les densités sont $\sqrt{2}$ fois plus grandes, c'est-à-dire 1,34 pour une usine qui vendrait l'énergie à 100 fr. le kilowatt-an, 1,094 avec un prix de vente de 150 fr., 0,94 avec un prix de vente de 200 fr., 0,77 avec un prix de vente de 300 fr. le kilowatt-an, etc.

On choisit en général pour densité de courant de transmission de l'énergie, la densité la plus économique, de Lord Kelvin, celle qui conduit au minimum de dépenses annuelles ; cette densité

$$d' = \sqrt{\frac{n b}{r (T p + \pi a + \pi_1 a_1)}}$$

$T p$ est la dépense d'exploitation par watt-an produit à l'usine.

$\pi a + \pi_1 a_1$ est la dépense annuelle d'amortissement de l'usine (générateurs et transformateurs de départ).

$(T p + \pi a + \pi_1 a_1)$ est donc la dépense totale de production du watt-an à l'usine.

On voit que la densité la plus favorable est plus petite que la densité la plus économique ; celle-ci est indépendante de la longueur de la ligne et de tous les frais généraux et divers, autres que ceux de l'usine génératrice ; la densité la plus favorable dépendant du prix de vente par suite implicitement de la longueur de la ligne, des frais généraux, etc.

Remarquons qu'une usine qui se développe installera de nouvelles unités génératrices et de nouvelles lignes au fur et à mesure de ses besoins.

A mesure que la puissance installée devient plus grande, la puissance transportée le devient aussi et par suite la densité du courant augmente avec la puissance installée. Cette densité étant variable au fur et à mesure du développement de l'usine, on aura intérêt à installer un nombre de plus en plus grand de lignes au fur et à mesure des besoins et on choisira judicieusement la densité la plus économique pour un stade déterminé du développement de l'usine.

Les densités que nous avons trouvées sont des densités moyennes annuelles ; à certains moments et à certaines saisons, en hiver, par exemple, dans les premières heures de la soirée, la puissance demandée sera notablement plus grande qu'en été et par suite la densité du courant à ces moments sera notablement plus grande que la densité moyenne, il faut que ces densités instantanées ne soient pas supérieures à celles que le conducteur peut supporter sans danger pour ses qualités mécaniques. Les densités les plus favorables qui conviennent aux transports d'énergie sont très inférieures à ces densités dangereuses et il n'y a donc que de bonnes raisons pour installer les transmissions d'énergie conformément aux indications fournies par les considérations économiques précédentes.

Il n'est pas inutile de se rendre compte de l'importance du choix de la densité du courant de transmission de l'énergie.

La somme des termes variables avec la section qu'il faut défalquer des recettes se compose de deux termes qui sont égaux quand cette

somme est minimum, c'est-à-dire quand on adopte la densité de courant la plus profitable. L'intensité du courant étant donnée, la section du cuivre est inversement proportionnelle à la densité du courant puisqu'on a

$$i_e = d s$$

Le déficit des recettes étant d'autre part une somme de deux termes dont l'un est proportionnel, l'autre inversement proportionnel à cette section, on voit tout de suite que les deux termes étant égaux pour la densité la plus profitable et la somme égale au double de l'un d'entre eux, l'un des termes devient double et l'autre moitié lorsque la densité devient deux fois plus grande ou plus petite que la densité la plus profitable. Les charges annuelles augmentent de ce fait de la moitié de l'amortissement du cuivre employé avec la densité la plus profitable.

Si la densité usitée ne diffère que du tiers de la densité la plus profitable, le transport de l'énergie ne coûte en plus qu'un $\frac{1}{12}$ de l'amortissement du cuivre nécessaire avec la densité la plus profitable, pour des densités de plus en plus voisines de la densité la plus favorable, l'écart tend à s'évanouir.

On aura donc une certaine latitude dans le choix de la densité de transmission et on pourra la choisir de façon qu'elle soit sensiblement voisine de la densité la plus profitable pendant la phase du développement de l'usine.

Tension la plus favorable. — Lorsqu'on considère les divers facteurs qui interviennent dans la formule de la densité la plus profitable, on remarque que l'amortissement des transformateurs n'influe que très faiblement sur la valeur de la densité la plus profitable. Si on vend l'énergie au prix très minime de 6 c. le kilowatt-heure, le kilowatt-an de 2.000 heures revient à 120 fr. pris à l'usine même au prix moyen de 400 fr. le kilowatt installé, l'amortissement des transformateurs par dixième ne peut donc modifier notablement la densité la plus profitable. Cette densité étant

choisie, on peut se poser cette question : quelle est pour un transport d'énergie à une distance donnée la tension la plus profitable de transmission ?

Lorsqu'on transmet l'énergie par transformateurs au départ et à l'arrivée, les génératrices étant choisies, on sait que le rendement de la ligne est d'autant meilleur que la tension de transmission est plus élevée, mais le prix des transformateurs au départ et à l'arrivée croît avec la tension choisie, on conçoit donc qu'il existe une tension optima pour le transport. Avec les notations précédentes (1), l'amortissement du coût des transformateurs peut se mettre sous la forme :

$$P \pi_1 a_1 + A$$

A étant l'augmentation de dépenses annuelles provenant de l'accroissement de prix dû au voltage, elle peut s'écrire

$$A = P \pi_1 a_1 f V$$

où V est la tension de transmission, f un facteur de proportionnalité qui dépend de la construction et du constructeur de transformateurs.

Si π_1 représente le prix d'installation du watt de transformateur pour un rapport de transformation égal à l'unité et si V est exprimé en volts, f représente l'accroissement relatif de prix par watt et par volt. $P \pi_1 f V$ est l'augmentation de prix du transformateur de puissance P , si le voltage augmente de V .

Le bénéfice de l'entreprise devient alors en remplaçant $\frac{i_c}{s}$ par d la densité la plus profitable.

$$(7) \left\{ \begin{aligned} & \left[P - \frac{k_1 + k_2}{100} P - \frac{k_1 k_2}{100^2} P - \left(1 - \frac{k_2}{100} \right) N r l s d^2 \right] T p_1 \\ & - P \left(\pi a + T p \right) - \left(P - \frac{k_1}{100} P \right) \pi_1 a_1 \left(1 + f V_1 \right) \\ & - \left[P - \frac{k_1 + k_2}{100} P + \frac{k_1 k_2}{100^2} P - \left(1 - \frac{k_2}{100} \right) N r l s d^2 \right] \pi_2 a_2 \left(1 + f V_2 \right) \\ & - m l b - m' l - N n l s b - G \end{aligned} \right.$$

avec la relation du

$$(8) \quad \left(P - \frac{k_1}{100} P \right) = V_1 s d g$$

Il s'agit en définitive de déterminer une valeur approchée de la tension optima. Nous simplifierons donc légèrement le problème de la façon suivante :

Dans les relations (7) et (8) V_1 , et V_2 sont des variables différentes. Nous confondrons V_1 et V_2 avec une tension moyenne V . Le problème se ramène alors au suivant : rendre minimum la somme des termes soustractifs B de la somme (7) contenant les variables s ou V , car nous avons vu à propos de la densité la plus favorable que toutes les autres grandeurs sont données, c'est-à-dire :

$$\begin{aligned} B = & \left(1 - \frac{k_2}{100} \right) N r l s d^2 \left(T p_1 - \pi_2 a_2 \right) \\ & + \left(P - \frac{k_1}{100} P \right) \pi_1 a_1 f V \\ & + \left(P - \frac{k_1 + k_2}{100} P + \frac{k_1 k_2}{100^2} P \right) \pi_2 a_2 f V \\ & + N n l s b \end{aligned}$$

Nous ne faisons pas figurer le terme

$\left(1 - \frac{k_1}{100} \right) N r l s d^2 \pi_2 a_2 f V$, car il contient le produit des variables s V qui est constant d'après (2).

Si on transmet l'énergie à la densité la plus favorable d , on a la relation (2)

$$\left(1 - \frac{k_2}{100} \right) r d^2 (T p_1 - \pi_2 a_2) = n b$$

de sorte qu'il s'agit de rendre minimum

$$2 N n l s b + \left[P \left(1 - \frac{k_2}{100} \right) \pi_1 a_1 + P \left(1 - \frac{k_1 + k_2}{100} + \frac{k_1 k_2}{100^2} \right) \pi_2 a_2 \right] f V$$

Cette somme se composant de deux termes dont le produit est constant, est minimum quand les deux termes sont égaux, c'est-à-dire, en négligeant $\frac{k_1}{100}$ et $\frac{k_2}{100}$ devant l'unité, quand on a :

$$(9) \quad 2 N n l s b = P (\pi_1 a_1 + \pi_2 a_2) f V$$

Si on remplace P en fonction de sa valeur $P = V s d g$ on voit que la tension la plus profitable pour la transmission de l'énergie devient

$$(10) \quad \left\{ \begin{array}{l} V = \sqrt{\frac{2 N n l b}{(\pi_1 a_1 + \pi_2 a_2) f d g}} \end{array} \right.$$

La tension la plus profitable est en particulier proportionnelle à la racine carrée de la distance et indépendante de la puissance, si elle ne fait pas varier le prix des transformateurs.

La condition (9) peut s'énoncer ainsi : si on se donne la densité du courant à transmettre, *la tension la plus favorable de transmission de l'énergie est telle que l'amortissement de l'augmentation de prix des transformateurs de départ et d'arrivée dû à l'accroissement de la tension est égal au double de l'amortissement des câbles qui transmettent le courant.*

Lorsqu'on consulte les catalogues des constructeurs ou ces derniers eux-mêmes, on constate que le facteur f varie suivant les circonstances de 2×10^{-5} à 1.6×10^{-6} .

Nous supposons que l'on transmette l'énergie par courants triphasés avec un facteur de puissance 0,75 de sorte que $g = 0,75 \times \sqrt{3} = 1,3$ avec $N = 3$ fils de ligne en cuivre à 2.500 fr. la tonne à pied d'œuvre, c'est-à-dire 22 fr. 50 le kilomètre de fil d'un millimètre carré de section amorti au taux $b = 0,08$.

Dans le premier cas, c'est-à-dire pour $f = 2 \times 10^{-5}$ et pour une distance de 1 kilomètre, avec la densité 1, la tension de transmission entre fils d'un système triphasé est de 7.800 volts, avec des transformateurs au départ et à l'arrivée amortis au taux $a_1 = a_2 = 0,1$ revenant à un prix moyen de $\frac{\pi_1 + \pi_2}{2} = 30$ fr. le kilowatt installé.

Elle est de 4.262 volts avec des transformateurs à 100 fr. le kilowatt moyen et de 3.011 volts avec des transformateurs à 200 fr. le kilowatt moyen installé. On voit donc qu'avec des transformateurs

de cette construction, la tension la plus profitable est, dans la grande majorité des cas, bien au-dessous de la plus haute tension physiquement et pratiquement réalisable; pour les derniers transformateurs, notamment, la tension la plus profitable ne serait que de 20.000 volts à 50 kilomètres. *Ce ne sont pas les conditions physiques qui limitent la tension, mais les conditions économiques.*

Au contraire, si l'on adopte des transformateurs de la seconde construction où $f = 1,6 \times 10^{-6}$ avec la densité 1, la tension de transmission à 1 kilomètre est de 27.000 volts, avec des transformateurs au prix moyen de 30 fr. le kilowatt. Elle est de 15.000 volts avec des transformateurs au prix moyen de 100 fr. et de 10.660 volts avec des transformateurs au prix moyen de 200 fr. le kilowatt. Dans ces conditions, *il est rationnel, pour une distance de quelques dizaines de kilomètres, d'employer une tension de transmission aussi élevée que possible limitée uniquement par les conditions physiques compatibles avec la sécurité et le bon fonctionnement des lignes.*

LE JOURNAL DE LA SOCIÉTÉ
DES CHÉTIENS FORTIÉS PAR LE SÉMINAIRE DE FÉCAMP

Le Journal de la Société des Chétiens Fortifiés par le Séminaire de Fécamp, est un journal mensuel, qui paraît le premier jour de chaque mois, à l'exception des mois de Noël et de Pâques, où il paraît deux fois. Le prix de l'abonnement est de 1 franc par an, en avance, et de 10 centimes par numéro. Les abonnements sont reçus chez M. le Curé de Fécamp, et chez tous les Libraires de la ville. Les annonces sont reçues chez M. le Curé de Fécamp, et chez tous les Libraires de la ville. Le Journal est envoyé gratuitement à tous les Membres de la Société, et à tous les Membres du Clergé de la ville. Les Abonnés qui ne sont pas Membres de la Société, et qui ne sont pas du Clergé de la ville, peuvent se faire inscrire à la Société, et devenir Membres de la Société, en versant la somme de 1 franc, et en recevant le Journal pendant un an. Les Abonnés qui ne sont pas Membres de la Société, et qui ne sont pas du Clergé de la ville, peuvent se faire inscrire à la Société, et devenir Membres de la Société, en versant la somme de 1 franc, et en recevant le Journal pendant un an.

DU DANGER D'EXPLOSION

DES OBJETS FORMANT VASE CLOS, SOUMIS AU FEU

Par M. SMITS,
Ingénieur civil.

Cette communication a pour but de faire connaître les principales explosions que nous avons eu depuis 20 ans, dans la région de Lille, concernant uniquement des pièces mécaniques creuses, soumises au feu.

Il y a 20 ans environ, chez un constructeur fondeur, dans un lot de mitraille se trouvait un piston à vapeur qui fut mis au culibot sans être brisé et qui produisit une explosion formidable, démolissant en partie le culibot.

Il y a 17 ans environ, c'est encore un piston à vapeur qui fait explosion, produisant cette fois un dénouement plus tragique, car il y a un homme tué et un blessé ; c'était chez un constructeur, où l'ouvrier qui a été tué, avait la manie de nettoyer les objets souillés d'huile, en les mettant sur un feu de forge.

Au début de cette année, c'est un flotteur de générateur qui saute chez un chaudronnier, ici heureusement personne ne fut blessé.

L'explosion provenait de ce que des ouvriers qui avaient à prolonger la tige du flotteur, qui était cassée à 0^m,25 du flotteur, ont voulu souder ce bout de tige à une autre ; en soumettant au feu le dit bout, le flotteur trop près du foyer, fit naturellement explosion, en séparant l'une de l'autre, les deux calottes composant le flotteur.

Enfin, au début également de cette année, et aussi chez un chaudronnier, c'est un mandrin creux qui fait explosion.

Ce mandrin, en fonte, avait 150 ^m/_m de diamètre, 12 ^m/_m d'épaisseur et 4^m,250 de long.

Il servait depuis très longtemps à cintrer à froid des cylindres en

tôle de faible épaisseur, lorsque trois ouvriers, ayant eu à souder le bout de cheminée devant faire corps avec une chaudière verticale, eurent la mauvaise inspiration d'employer ce mandrin, pour faire le dit travail, la cheminée étant chauffée seule au blanc suant, pour permettre la soudure, et mise ensuite sur le mandrin pour être soudée.

Deux opérations avaient été faites de suite sans accident, lorsque, après la troisième chauffe, la cheminée étant à peine sur le mandrin, que le dit mandrin fit explosion, tuant un ouvrier et en blessant 2, dont un fut brûlé.

Ici la pièce qui fit explosion n'était pas mise sur le foyer directement, elle recevait la cheminée qui l'enveloppait complètement, et possédait au début de chaque soudage, aux parties à souder, une température voisine de 1.400 degrés; le contact des deux pièces durait environ 10 minutes, avec un intervalle de 1/4 d'heure environ, pour procéder à une nouvelle chauffe.

Nous allons essayer de tirer quelques déductions de cette dernière explosion.

En supposant que ce soit la dilatation seule de l'air enfermé dans le mandrin qui ait produit l'explosion; connaissant le coefficient de dilatation de l'air, qui à pression égale et pour 100 degrés est de 0,37 environ, en supposant également que le mandrin est pris la couleur du rouge naissant, soit 500 degrés environ de température, et que l'air ait pris cette température, nous aurions pour sa dilatation $0,37 \times 5 = 1,85$, ou ce qui revient au même, à dire que la pression de l'air, qui a conservé son même volume, est à une pression de 1 k. 85 par c/m^2 .

D'autre part, d'après les formules en usage, nous trouvons que ce mandrin aurait dû ne se rompre qu'à 210 kilos de pression par c/m^2 , en comptant sur 12 kilos par m/m^2 pour la rupture de la fonte.

Ce nombre de 210 k. ne se rapporte qu'à une pression à froid, et non à une température de 500 degrés et partielle, qui dénature évidemment le métal.

Dans certains cas, pour les pistons à vapeur, par exemple, l'on suppose aussi, qu'à la longue, il doit s'introduire de la vapeur d'eau, et aussi peut-être de l'huile formant des hydrocarbures? peut-être aussi, dans le cas de notre mandrin, se forme-t-il à la longue de l'oxyde de carbone? Quoi qu'il en soit, et comme conclusion nous dirons : qu'il est des plus dangereux de soumettre au feu des objets creux quelconque, et que lorsqu'il y a nécessité, dans le cas par exemple, celui de dilater un piston à vapeur, pour mettre ou retirer sa tige, il suffit de ménager un trou dans le piston.

ASSOCIATIONS D'ARTISTES-INDUSTRIELS

Le but de ces associations est de permettre aux artistes de bénéficier des avantages fiscaux et sociaux réservés aux salariés, tout en conservant leur indépendance professionnelle.

Elles sont régies par la loi n° 1201 du 30 novembre 1973 relative aux associations d'artistes-industriels.

Les artistes adhérents doivent exercer une activité artistique de manière habituelle et régulière, et être affiliés à une association agréée par le ministre de la Culture.

Les avantages fiscaux et sociaux sont accordés sur la base de la durée de l'activité artistique exercée par l'artiste.

Il est important de noter que ces associations ne sont pas des sociétés à but lucratif, et que les artistes restent propriétaires de leur œuvre.

Enfin, ces associations jouent un rôle éducatif et de promotion de l'art, en organisant des ateliers, des ateliers de formation et des expositions.

LES ASSOCIATIONS D'INVENTEURS

ET LES

ASSOCIATIONS D'ARTISTES INDUSTRIELS

(A propos du Congrès international sous le patronage du Gouvernement et de la Commission Officielle des Congrès et autorisé par arrêté ministériel du 29 mars 1905. — Bruxelles, 5, 6, 7 septembre. — Liège 8 et 9 septembre 1905).

Par M. Edouard CREPY.

Je ne vous parlerai pas de l'utilité des congrès en général. Cette question a été résolue de façon remarquable dans la *Revue Scientifique*, il y a déjà quelque temps, par un article dû à la plume de notre éminent compatriote, M. Alfred Giard, ancien député du Nord, professeur d'embryologie à la Sorbonne et Membre de l'Institut.

J'ai l'intention aujourd'hui de chercher à vous démontrer succinctement l'influence prépondérante qu'exercent les inventions sur le développement industriel et sur l'expansion commerciale des nations ; sur les nombreux avantages qu'il y a pour chaque pays à favoriser les inventeurs de toutes manières ; et, par voie de conséquence naturelle, l'opportunité qu'il y a pour notre société à se faire représenter au Congrès International des Associations d'Inventeurs et des Associations d'Artistes Industriels qui doit se tenir à Bruxelles les 5, 6 et 7 septembre pour se clôturer à Liège les 8 et 9 suivants.

Notre Société, en étudiant le programme soumis aux délibérations du Congrès, pourra y apporter les observations qu'elle jugera convenables. Elle pourra aussi formuler d'autres propositions favorables,

à ses yeux, aux intérêts dont elle a la garde. Sa parole sera écoutée avec la plus vive déférence et ses conseils recevront la consécration qu'ils comportent.

Les Congrès n'ont de valeur que par le nombre et l'importance des sujets mis en discussion. Il n'est personne qui ne serait heureux de votre concours.

Ce congrès est la suite de celui qui se tint à Paris en 1900. Avant de se séparer les Congressistes votèrent, à l'unanimité, la création d'un Comité International permanent ayant son siège à Paris. Ils décidèrent que le bureau qui avait présidé aux travaux de l'Assemblée formerait ce Comité avec la mission de procéder aux adjonctions que les circonstances imposeraient.

Dans sa réunion du 4 mai 1904, le Comité décida que le second congrès aurait lieu à Bruxelles en 1905 et que cette solennité internationale du travail coïnciderait avec les fêtes célébrant le 75^e anniversaire de l'indépendance Nationale de la Belgique, pour en augmenter, si c'était possible, l'éclat et la grandeur.

Il est nécessaire pour la thèse que je soutiens en ce moment de vous présenter les quelques statistiques suivantes :

La Grande-Bretagne avec ses 43 millions d'habitants fait 22 milliards d'affaires.

L'Allemagne, avec une population de 60 millions, fait 45 milliards.

La France avec ses 39 millions d'habitants atteint le chiffre de 8 milliards $\frac{3}{4}$.

Et la Belgique, avec ses sept millions d'habitants fait 7 milliards.

Elle est donc, par tête d'habitant, la puissance économique la plus considérable de l'Europe : on peut même dire du monde entier.

Il n'y a pas lieu de s'en étonner. C'est un pays de grande industrie, ouvert à tous les progrès, d'où qu'ils viennent. Il a inauguré sur son territoire l'installation des chemins de fer et des tramways. Ce sont les capitaux belges qui ont implanté dans presque toutes les grandes villes d'Europe, et même ailleurs, ce moyen de transport à bon marché. Il compte des inventeurs sans nombre. Pour ne citer

que les plus célèbres, je rappellerai l'illustre Gramme, à qui l'humanité est redevable des plus merveilleuses applications de l'énergie électrique et M. Ernest Solvay, membre de notre Société.

M. Solvay est, notamment, l'inventeur du procédé de fabrication de la soude par ammoniac, du chlorure de chaux, de la soude et de la potasse caustique électrolytique. Mais à côté de ces immenses services rendus à l'industrie chimique, M. Solvay est aussi un philanthrope hors de pair. Il est le fondateur de l'Institut de Sociologie, au Parc Léopold, qui porte son nom, de l'École des Hautes Études commerciales et il subvient de ses deniers à toutes les dépenses que ces établissements nécessitent. Il n'est pas en Belgique d'œuvres philanthropiques auxquelles M. Solvay n'ait participé.

Et dans un autre ordre d'inventions plus vulgaires, c'est un modeste serrurier de Courtrai, fabricant de coffres-forts, nommé Servaes, qui inventa il y a une vingtaine d'années, ce rasoir de sûreté, si en usage aujourd'hui. Il vendit son brevet à un américain et cet instrument de belge qu'il était devint le safety razor U. S. A.

Je dois reconnaître que le système a été perfectionné ; il n'en est, d'ailleurs, jamais autrement. Toutes les inventions se perfectionnent en passant par les mains d'autres constructeurs. Les machines à vapeur d'aujourd'hui ne ressemblent en rien à la machine de Watt.

En Belgique, la durée du brevet est de vingt-ans, le prix de la taxe dix francs et l'annuité est augmentée chaque année de la même somme.

L'Exposition de 1900 à Paris révéla au monde les progrès énormes que l'Allemagne et les États-Unis avaient faits dans toutes les branches de l'industrie. Cette constatation émut beaucoup de l'autre côté du détroit, une brochure parut à la fin de 1901 sur le péril allemand et une autre lui succéda, à très peu de distance, sur le péril américain. Cette brochure était intitulée « *L'Invasion de l'Angleterre par les Américains* ».

Permettez-moi de vous en lire quelques extraits. Comme vous le verrez, cette lecture est fort suggestive sous tous les rapports :

» Il est aujourd'hui reconnu dans le monde industriel et commercial anglais que la concurrence américaine présente une importance considérable, et qu'elle est susceptible d'atteindre un développement dont la concurrence allemande n'eût jamais été capable. En effet, celle-ci était restreinte à la production d'articles de qualité inférieure, vendus à vil prix.

» Le bon marché le plus absolu était le secret de son succès, tandis que les Américains accaparent le commerce des colonies anglaises et livrent surtout des marchandises dont la fabrication est presque inconnue en Angleterre, machines aratoires, machines à écrire, à coudre, machines électriques, installations minières, etc. Et quand ils livrent des marchandises là où ils ont à craindre la concurrence des fabricants anglais, ils le font avec plus de rapidité et surtout à meilleur marché.

» Les ponts en acier lancés sur le Nil sont américains, les viaducs du chemin de fer de l'Ouganda viennent des États-Unis : aux Indes, les Yankees fournissent tous les ans des milliers de tonnes de rails et ils expédient leurs locomotives en Australie. A Londres même tout le matériel roulant du nouveau chemin de fer électrique est de fabrication américaine, et il en est de même pour la plupart des exploitations minières du Transvaal. Partout, dans les colonies britanniques, le commerce anglais bat en retraite devant la concurrence étrangère.

» **Retraite Générale.** — Il en est de même dans tous les pays désignés sous la dénomination de « neutres », dans les États de l'Amérique centrale et du Mexique, ainsi qu'en Mandchourie, en Sibérie ou dans la Russie occidentale, partout l'Anglais est évincé. Le correspondant du « *Daily News* », qui vient d'accomplir un voyage dans les contrées desservies par le nouveau chemin de fer Transsibérien, a pu apprécier la situation. Il dit : Partout et toujours j'ai trouvé les Allemands et les Américains marchant de l'avant et vendant aux Sibériens tout ce qui peut leur être nécessaire — étoffes, locomotives, instruments aratoires, et autres marchandises — tandis que le rôle de l'Angleterre se borne à construire quelques navires.

» Pendant mon voyage, j'ai rencontré en Sibérie une centaine de représentants de maisons allemandes : jamais je n'ai vu un seul voyageur de commerce anglais. Chaque fois que cela m'était possible, j'amenais la conversation sur le terrain commercial ; et j'étais froissé dans mon patrio-

tisme, quand on me répondait, la plupart du temps, qu'en matière de commerce l'Angleterre n'était pas prise au sérieux.

» L'apathie générale des grandes maisons qui pendant de nombreuses années ont traité d'importantes affaires, et l'indifférence des négociants qui ont réalisé de grosses fortunes, ont eu pour résultat direct de livrer le pays à la concurrence étrangère. Il y a cinquante ans, la mécanique industrielle était aux mains de l'Angleterre, mais depuis, tout a bien changé. C'est maintenant l'Amérique qui lance les nouvelles inventions et c'est elle qui nous fournit la machine à écrire, la machine à coudre, la machine à composer, la presse rotative, les installations électriques et combien d'autres, tandis que c'est la France qui nous a donné la chaudière tubulaire et l'automobile.

» Il y a quarante ans, l'Angleterre détenait le monopole des inventions mécaniques. Ce ne sont pourtant pas les ressources qui lui manquent, les États-Unis ne lui sont pas supérieurs en cela : c'est le génie inventif qui fait défaut.

» Un Américain faisait dernièrement une visite aux docks du port de Londres ; après avoir observé le système anglais, il s'écria que le déchargement d'un navire à Londres revenait dix fois plus cher que dans un port américain. Cela n'est pas un exemple isolé.

» M. Carnegie nous apprend que malgré une différence de 20 % entre le salaire d'un ouvrier américain et de son collègue anglais, le prix de fabrication d'une tonne d'acier est plus élevé de 40 % en Angleterre qu'en Amérique — il s'ensuit que, de toute façon, l'ouvrier américain fournit un travail d'une valeur plus élevée de 60 %.

Le rapport, si intéressant, de M. Jean Périer, Consul de France à Londres, confirme de tous points les assertions mentionnées dans la brochure ; seulement, il les précise, en les appuyant sur des chiffres. Je crois nécessaire de vous en donner également lecture.

Extraits du rapport de M. Jean Périer, consul de France à Londres.

Le commerce extérieur du Royaume-Uni, qui était de 20 milliards 567 millions en 1899, s'est élevé à 22 milliards 162 millions en 1900 pour retomber, en 1901, à 21 milliards 981 millions.

» La chute de 181 millions de 1900 à 1901 paraît faible à première vue,

quand on la compare au chiffre total de cet immense commerce britannique ; mais elle a *cela de grave qu'elle porte presque uniquement sur l'exportation.*

» Les importations étrangères ont été respectivement en 1899, 1900 et 1901 de 12 milliards 247 millions, 13 milliards 207 millions et 13 milliards 186 millions, soit une légère dépression de 21 millions entre les deux dernières années, alors que pendant ces mêmes années les exportations de produits britanniques sont tombés de 7 milliards 362 millions à 7 milliards 82 millions, ce qui fait une chute de 282 millions. Il faut d'ailleurs reconnaître que, de 1899 à 1900 l'exportation anglaise s'était subitement élevée de 684 millions, elle reste donc encore supérieure de 404 millions à ce qu'elle était en 1899.

» La guerre sud-africaine ne semble pas avoir eu beaucoup d'influence sur la prospérité économique du Royaume-Uni.

» Mais la concurrence étrangère inquiète nos voisins et tout spécialement celle des États-Unis. Les importations du cousin Jonathan vont chaque année grandissant ; à lui seul il fournit plus du quart des importations totales de John Bull :

» 3 milliards 032 millions, 24,7 % en 1899 ;

» 3 milliards 504 millions, 26,5 % en 1900 ;

» 3.546 millions 26.8 % en 1901.

» Et les marchandises américaines « *american goods* » concurrencient les produits anglais.

» Les colonies britanniques ne viennent qu'au second rang parmi les pays vendeurs, et leurs ventes vont déclinant d'année en année, 22 % des importations en 1899.

» 20,9 % en 1900.

» 20.1 % en 1901.

De leur côté les Trade's Unions, fortement alarmées de cette situation, à ce qui m'a été rapporté, envoyèrent en Amérique des délégués chargés de pénétrer comme ouvriers dans les usines et de constater de visu cette prépondérance industrielle. Le rapport qu'ils firent à leur retour, reconnut la vérité de ce qui avait été annoncé et donna comme conclusions que tout en accordant des salaires doubles aux travailleurs, les produits fabriqués avaient un prix de revient de 25 à 30 % inférieur aux similaires anglais.

En Amérique, il est d'usage de mettre dans les ateliers l'avis suivant : « Tout ouvrier trouvant une amélioration à faire dans

l'outillage est prié de la signaler au bureau ; il recevra une récompense proportionnée à la valeur du perfectionnement indiqué ».

A Philadelphie, il y a un Institut où tout inventeur peut apporter les premiers linéaments de la nouveauté qu'il a trouvée. Et sur cette simple donnée, on exécute en grand, les dessins et les modèles et l'on prend à son nom le brevet ; le tout gratuitement.

Qui ne se souvient des inventions si retentissantes de Graham Bell et d'Edison. Le premier avec le téléphone et le second avec son phonographe, ses perfectionnements de lampe à incandescence. Edison est l'auteur de plus de six cents inventions dont l'importance est incontestable ; il débuta pourtant dans la vie par être homme d'équipe sur la ligne du Grand Trunk Railway of Canada and Central Michigan.

Aux États-Unis, comme en Allemagne, on examine la demande des brevets, la taxe est de 45 dollars et pas d'annuité ; la durée est de dix-sept ans.

Voyons maintenant ce qui se passe en Allemagne : il y a vingt ans, le commerce de l'Allemagne était de huit milliards, il dépasse aujourd'hui quinze milliards. Pendant ce même laps de temps, l'Angleterre n'a augmenté le sien que d'environ cinq milliards. L'exportation des produits chimiques en Allemagne était, il y a vingt ans, de soixante-quinze millions ; elle était en 1899 de 1.144.878.306 francs.

Le rapport du consul anglais à Hambourg, publié en avril dernier, signale que la production de l'acier en 1904 est supérieure à huit millions de tonnes et que les exportations de machines, ponts, vaisseaux, quincailleries, coutelleries, en un mot, de tous les produits qui ont le fer comme matière première, dépassent un milliard de francs. Mais il dit aussi que pour arriver à ces énormes exportations, les Allemands sont souvent obligés de faire de très lourds sacrifices.

Quant à la production brute, elle monte elle-même dans une ascension rapide. Ainsi, en trente ans, le rendement des mines allemandes de charbon qui n'était que le quart du rendement anglais

est arrivé à la différence de 162 millions de tonnes contre 234, c'est-à-dire à plus de la moitié.

Passons à la navigation.

En 1871, le tonnage allemand était de 982.355 tonnes, dont 900,361 pour les navires à voiles. En 1904, le tonnage donnait le chiffre de 4.739.690 tonnes, dont seulement 227.778 pour les navires à voiles. Si maintenant on adopte 4 à 3 comme rapport du tonnage à vapeur dans ces derniers, il se trouve que l'activité des ports allemands a augmenté de 300 %. A vrai dire, le tonnage du Royaume-Uni est encore quintuple de celui de l'Allemagne, mais les Compagnies maritimes ayant la grandeur et la puissance de la Hamburg-America Linie et du Lloyd Allemand, l'Angleterre n'en a pas.

Ces chiffres parlent, rien de plus naturel, dès lors, que la jalousie des Anglais, leur croissante indignation, leurs transports chroniques de colères et de menaces.

En Allemagne, les brevets ne sont acceptés qu'après un examen préalable, très sévère et très méticuleux ; aussi le brevet allemand donne-t-il un cachet d'authenticité parfaite à toute nouveauté certifiée véritable par le Patentamt. La durée du brevet est de dix-sept ans. Les pénalités contre la contrefaçon sont plus sérieuses qu'ailleurs et le Patentamt aide le breveté dans la recherche des contrefacteurs.

L'Angleterre fut le premier de tous les pays qui s'occupa des inventions pour en réglementer la propriété.

C'est en 1623 que le roi Jacques I^{er} rendit le décret qui fixait à quatorze années la propriété de l'invention, sans distinction de nationalités. C'est à cette loi tutélaire que le Royaume-Uni dut, pendant si longtemps, d'avoir le monopole presque exclusif des inventions. Ce n'est qu'à la fin du XVIII^e siècle seulement que la France et les États-Unis songèrent à légiférer sur la matière. Mais à vrai dire, il n'y a guère plus de 60 ans que dans tous les États il y ait une législation sur ce sujet.

M. Archdeacon, l'honorable député de la Seine, déposa au mois d'avril, sur le Bureau de la Chambre des Députés, une proposition demandant à ce que la durée du brevet fut portée à cinquante ans,

avec une annuité régulière de trente francs. Je lui ai écrit pour lui demander de vouloir bien honorer notre Congrès de sa présence ; et voici la réponse que j'ai eu la faveur de recevoir.

(Chambre des Députés) Paris le 29 juin 1905.

» MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

» Je m'empresse de vous remercier de votre aimable lettre du 27 juin.

» La proposition que j'ai eu l'honneur de déposer n'apporterait aux
» inventeurs, à mon avis, qu'une bien faible part des améliorations qu'ils
» sont en droit de revendiquer. Et cependant, je crains bien qu'elle ne
» dorme éternellement dans les dossiers de la Commission, si une violente
» action publique ne vient pas exercer une salutaire impression sur le
» Parlement. Je considère que votre Congrès International doit constituer
» un des moyens de cette action et je regrette doublement de ne pouvoir
» m'y rendre.

» Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'assurance de ma considération
» la plus distinguée.

Signé : Edmond ARCHDEACON ».

La propriété artistique et littéraire est beaucoup mieux partagée que la propriété industrielle.

Les auteurs et les compositeurs ont le privilège de percevoir des droits d'auteur pendant la durée de leur vie et de perpétuer les mêmes avantages cinquante ans après leur mort au profit de leurs ayants-droit.

Il s'en suit que l'inventeur de l'instrument de musique sur lequel on jouerait un air populaire qu'on ne pourrait jouer sans lui, n'a le monopole que pendant quinze ou vingt ans, tandis que le compositeur continue à toucher sa redevance accoutumée bien au-delà du terme accordé au breveté.

Cette situation bizarre s'est présentée avec l'invention d'Adolphe Sax, qui était belge et de Dinant. Tout le monde sait que c'est grâce aux instruments à vent et en cuivre, inventés par lui et qui portent son nom : saxophone, saxhorn, saxtromba, etc., que les orchestres

et les musiques militaires ont pu faire de réels progrès dans l'exécution de leurs morceaux. Le malheureux passa presque toute sa vie à la recherche de ses contrefacteurs ; et les interminables procès qu'il eut à soutenir le conduisirent, dit-on, à un état voisin de la misère. C'est un peu d'ailleurs la destinée de beaucoup d'inventeurs.

Il nous reste à examiner maintenant le programme présenté au Congrès.

Il serait trop long d'en discuter un à un tous les articles ; je m'en tiendrai à ceux que je considère comme les plus importants.

Licence obligatoire.

2^o De l'intérêt qu'il pourrait y avoir à remplacer par la licence obligatoire la déchéance pour défaut d'exploitation des brevets d'invention et des modèles et dessins industriels dans les pays où existe l'obligation d'exploiter (et cela comme un acheminement vers la suppression totale de cette obligation).

Cette question est très controversée ; mais, en ce qui me concerne, je crois qu'il n'y a pas lieu, pour la France comme pour la Belgique, de modifier l'état de choses actuel.

La licence obligatoire est un leurre. Elle est soumise au bon vouloir du breveté, il peut en demander un prix excessif, et en empêcher ainsi l'achat par les tiers. D'autre part, elle enlèverait une source de travail à nos ouvriers. Quel profit pourrions-nous en retirer ?

Points spéciaux aux brevets d'invention.

1^o *Etude approfondie de l'avis préalable et secret comme constituant le meilleur, sinon le seul moyen, à défaut de l'examen préalable et sans les dangers de ce dernier, d'assurer aux inventeurs le placement rapide et fructueux de leurs brevets.*

Cet avis préalable et secret serait, sans contredit, une amélioration sur ce qui existe actuellement en France et ailleurs ; mais rien ne vaut, à mon sens, la loi allemande et l'examen préalable. Aujourd'hui,

quand on veut vendre un brevet, la première demande de l'acheteur est celle-ci : « Avez-vous le brevet allemand ? Quand on ne l'a pas, la vente est difficile, sinon impossible. Les adversaires de l'examen préalable sont de deux catégories : les uns prétendent que l'organisation d'une institution semblable causerait une dépense très élevée, non seulement comme frais d'entretien annuels, mais aussi comme frais de premier établissement. A cela il est facile de répondre que l'office des brevets rapporte des sommes importantes dans chaque pays ; que ces ressources ne peuvent pas être regardées comme un impôt et en tenir lieu dans les budgets ; que cet argent, arraché quelquefois à la misère, doit retourner à ceux qui l'ont apporté au fisc en améliorant leur position par des facilités plus étendues accordées aux chercheurs dans leurs travaux ; par exemple, par la création de laboratoires publics, d'instituts d'essayage et des subventions indirectes par la fourniture de matériaux. L'Etat est appelé lui-même à bénéficier d'une façon quelconque, soit directe, soit par répercussion de ces minces faveurs. Il serait très aisé de le démontrer péremptoirement. D'autres déclarent nettement que les inventeurs et les inventions n'existent pas ; qu'on a tort de s'occuper outre mesure de cette question ; et surtout de donner un monopole si lucratif à des individualités qui, en définitive, travaillent exclusivement pour leur intérêt personnel. Ces prétendus inventeurs, disent-ils, bénéficient du patrimoine scientifique de l'humanité et si, à la faveur de combinaisons particulières, ils modifient certains procédés de fabrication existants et d'une valeur souvent discutable, ils n'en sont cependant pas les véritables créateurs. Ce sont des exploiters de la naïveté publique.

Je vous avoue, Messieurs, que je trouve cette théorie absolument déplorable ; je la trouve aussi fort dangeureuse. Elle a été présentée sous une forme moins brutale, il est vrai, à différentes époques et même récemment, mais exactement la même quant au fond. Il est à craindre, en effet, que si on maintenait de pareilles prétentions il se rencontrerait quelques jours un inventeur qui tiendrait ce langage : Puisqu'on me conteste la propriété de mon invention, puisque la

société veut s'approprier le fruit de mon labeur, le produit d'un travail de dix ou de quinze années, examinons donc ensemble l'origine de toutes les propriétés. Il vous rappellerait qu'il est universellement reconnu que la terre est le patrimoine de l'humanité, que sa valeur, sur quelque point du globe que ce soit, ne provient que du nombre et des qualités des habitants qui l'occupent. Et s'il vous disait puisqu'il en est ainsi, remettez-moi la part qui me revient, je fais partie de l'humanité. Je ne reconnais aucun droit à cette minorité propriétaire en vertu d'une fiction légale qui a été combattue d'ailleurs depuis si longtemps, notamment par Proudhon (1840) auparavant par Brissot (1780) et principalement par un grand évêque, vivant au IV^e siècle de notre ère et qu'on appelle St-Ambroise. Qu'auriez-vous à lui répondre? Il n'y a qu'une réponse à faire : laissons les choses en l'état où elles sont, ne touchons pas à ces problèmes troublants qui ne peuvent amener que des luttes stériles ; ce serait une forfaiture que de méconnaître les droits sacrés des inventeurs. Loin de là, dans l'intérêt supérieur de l'État, il importe de faciliter, d'exciter dans toutes les couches sociales, l'esprit de recherches scientifiques. Il faut en encourager l'expansion par des avantages légitimes, conformes à la fois à la justice et à la plus vulgaire équité.

**Points spéciaux aux œuvres d'art appliquées
à l'industrie.**

Étude d'un projet-type de contrats d'édition artistiques plus spécialement un contrat entre les artistes décorateurs et les sculpteurs-modeleurs, d'une part et les éditeurs, d'autre part.

Le but de cet article est de chercher à accorder aux artistes industriels une protection efficace de leurs œuvres et d'empêcher, dans la mesure du possible, l'ouverture de procès qui peuvent naître, en raison de la législation actuelle si défectueuse et si imprécise.

DEUXIÈME PARTIE.

Droit international.

Plus spécialement Convention internationale du 20 mars 1883.

A. *Points communs aux brevets et aux dessins.* — L'article 4 de la convention du 20 mars 1883 accorde à celui qui a déposé une demande, soit de brevet, soit de dessins ou de modèles industriels, dans un des Etats contractants, un droit de priorité pendant un délai de un an ou de quatre mois.

Le droit de priorité ainsi accordé doit-il être considéré comme excluant la faculté d'acquérir un droit de possession personnelle pendant le délai de priorité ?

B. *Point spécial aux brevets d'invention.* — L'inventeur qui dépose dans l'un des pays de l'union créée par la convention du 20 mars 1883 doit-il être astreint à indiquer la date du premier dépôt qu'il a pu effectuer précédemment dans un autre pays de l'Union ?

C. *Point spécial aux modèles et dessins industriels.* — Etude d'un dépôt ou enregistrement International des dessins et modèles industriels analogues à l'enregistrement international institué pour les marques de fabrique par l'arrangement de Madrid du 14 avril 1894 ?

D. *Point spécial aux œuvres d'art appliquées à l'industrie.* — Etude de la portée des avantages de la loi française du 14 mars 1902.

Cette deuxième partie n'est pas moins intéressante que la première.

Il est difficile d'en discuter tous les articles, mais je recommande à vos méditations le paragraphe C. S'il était adopté par le Congrès et ensuite par tous les Gouvernements, il serait pour notre région d'un prix très appréciable. Ce serait un moyen d'assurer la propriété des

dessins industriels qui commencent par ceux constituant le vêtement individuel et l'ameublement des maisons, pour finir par la décoration extérieure des habitations privées et des monuments publics. Et en même temps qu'on fixerait les droits de la propriété artistique industrielle, on aurait l'occasion de connaître ce que produit l'intelligence humaine en tous pays. Il y a lieu de penser que ce dépôt international ne serait pas établi loin de chez nous.

Comme vous pouvez en juger, Messieurs, j'ai agi de mon mieux pour tenir la promesse que je vous avais faite en débutant et vous amener à partager la conviction profonde qui m'anime. Je crois vous avoir démontré l'importance considérable qu'ont les inventions dans le développement de la prospérité nationale en tous pays. Cette constatation en suggère plusieurs autres, regrettables pour nous : c'est d'abord de souligner l'infériorité manifeste de la France dans les luttes commerciales et industrielles dans le monde entier. D'un autre côté, nous avons la preuve que là où l'industrie est florissante, la population augmente chaque année dans une large mesure. Ce qui se passe chez nous le confirme absolument.

L'arrondissement de Lille compte 840 habitants par kilomètre carré, et il y en a un très grand nombre en France qui oscillent entre 45 et 40, tandis que la moyenne dans tout le pays est de 72. Il importe donc de réclamer des pouvoirs publics pour notre département une protection éclairée et vigilante. Il tient une place trop notable dans les recettes du budget pour qu'il en soit autrement. Il est certain qu'un changement total dans la législation des brevets ne pourrait pas apporter une amélioration immédiate à une situation que nous reconnaissons tous comme fâcheuse, mais si on s'en rapporte à l'ancien adage : « Il n'est si peu qui aide », il est certain qu'une réforme complète aurait des conséquences très précieuses pour la fortune publique. Il n'y a pas de progrès industriels sans inventions. Notre société, en raison même du principe qui a présidé à sa fondation et du souci qu'elle a toujours montré pour la défense des intérêts industriels doit, à mon avis, favoriser tout ce qui peut produire des répercussions aussi avantageuses. Je sollicite son concours

au Congrès international de Bruxelles et je l'espère. L'invention est fille de la science, et la science dont tout procède est moralisatrice par essence. Par elle vous pouvez atteindre ce double résultat d'aviver l'esprit de recherches fructueuses, de procurer à l'industrie française à tous les degrés de la hiérarchie industrielle, des travailleurs plus expérimentés, plus habitués à la vie scientifique, en un mot, des capacités. Ce ne sont pas les affaires qui font défaut mais les hommes de valeur pour les diriger. Et, d'autre part, les masses plus instruites comprendront plus facilement combien est indispensable l'union intime du capital et du travail. Nous contribuerons ainsi à faire naître cette paix sociale, idéal suprême auquel aspirent tous les bons citoyens. C'est le vœu que j'exprime en terminant, je suis convaincu que nous sommes tous d'accord.



QUATRIÈME PARTIE

TRAVAIL RÉCOMPENSÉ AU CONCOURS 1904

DES CAUSES ET DES EFFETS DES EXPLOSIONS DE CHAUDIÈRES A VAPEUR ET EXAMEN DES MOYENS PRÉVENTIFS

Par M. Antonin MONTUPET.

• Ex Professo •

Malgré l'augmentation continue du nombre des chaudières à vapeur en service en France les statistiques montrent que les accidents diminuent d'une manière suivie très sensible et que le nombre des victimes a été réduit d'environ moitié depuis quinze à vingt ans.

Ces résultats sont évidemment dus aux prescriptions administratives qui régissent la construction et le fonctionnement des chaudières, mais aussi, il faut le dire, aux associations des propriétaires d'appareils à vapeur.

Nous sommes convaincu qu'il suffirait de quelques modifications ou additions peu importantes aux prescriptions administratives existantes pour réduire encore les accidents qui se produisent malheureusement trop souvent, et nous allons, dans ce mémoire, étudier ce qu'il y aurait lieu de faire pour obtenir ce résultat.

Nous allons d'abord rechercher et examiner toutes les causes des

PREMIÈRE PARTIE

DES ACCIDENTS DES CHAUDIÈRES ORDINAIRES DE TOUS SYSTÈMES

D'après la *Revue des Accidents d'Appareils à vapeur*, publiée par M. C. Walckenaer, ingénieur en chef des mines, dans les *Annales des Mines*, les accidents des chaudières à vapeur ont causé :

De 1880 à 1900..... 480 morts.

dont les causes se répartissent comme il est indiqué dans le tableau ci-dessous :

CAUSES	1880-1884	1885-1889	1890-1894	1895-1900
Défauts de construction et d'établissement.....	24 p. %	17 p. %	17 p. %	14 p. %
Défauts d'entretien et de nettoyage.	47 »	45 »	52 »	55 »
Manque d'eau.....	12 »	14 »	11 »	6 »
Excès de pression.....	7 »	12 »	8 »	5 »
Divers.....	10 »	12 »	12 »	20 »
	100 p. %	100 p. %	100 p. %	100 p. %

L'examen de ce tableau montre que le plus grand nombre des accidents vient du mauvais entretien des chaudières, et que cette cause augmente dans une forte proportion alors que les autres diminuent d'une manière continue.

Nous allons étudier chacune de ces causes générales, qui comprennent des cas nombreux très différents que nous essaierons de présenter aussi complètement que possible en nous reportant d'abord aux bulletins annuels des accidents des appareils à vapeur, publiés par les « *Annales des Mines* », lesquels donnent des détails sur les différents accidents en indiquant leurs causes, et ensuite aux observations personnelles que nous avons faites dans une période de 30 années.

**Défauts de construction et d'établissement,
défauts de matières.**

Les chaudières à vapeur étant garanties par les constructeurs contre tous vices de construction et de matières pendant un an, et leur responsabilité étant ainsi engagée, il serait certainement possible d'éviter une grande partie des accidents qui se produisent encore pour ces causes en signalant tous les ans aux constructeurs les résultats des statistiques et en appelant leur attention sur les dispositions défectueuses.

Les statistiques en effet montrent que les défauts de construction et d'établissement proviennent :

- De l'emploi de matières de qualités insuffisantes ;
- De foyers insuffisamment ou mal entretenus ;
- De ciels de foyers ayant des formes vicieuses ou insuffisamment recouverts d'eau ;
- De l'emploi de tampons non autoclaves ;
- De la surchauffe de réservoirs poches ou ciels de vapeur placés dans les gaz chauds ;
- Du mauvais établissement des fourneaux ;
- Dé l'emploi de pièces de fonte, entrées de bouilleurs ou de dôme trop faibles ou défectueuses.

Toutes ces causes viennent de l'ignorance de quelques constructeurs ou d'un manque de prudence, et il est certain que, si des documents officiels leur montraient les conséquences de cette manière de faire qui engage leur responsabilité, ils n'hésiteraient pas à faire le nécessaire pour les supprimer.

Parmi ces causes, celle qui a provoqué le plus d'accidents et les plus graves est celle relative à l'emploi de matières de qualité insuffisante, et elle est due à un ensemble de faits qui se sont présentés depuis 1880 et qui tendent à disparaître très rapidement.

La substitution de l'acier au fer dans les constructions s'est poursuivie également dans la fabrication des chaudières, et des constructeurs, sur les affirmations et les garanties des maîtres de forges, n'ont pas hésité à employer des tôles d'acier doux, garanti ne prenant pas la trempe, malgré un chauffage au blanc soudant avec immersion dans de l'eau froide.

Ces tôles de métal Bessemer ou de déphosphoration, préparées spécialement, ne se trempaient pas en effet en les soumettant à l'épreuve ci-dessus, mais sous l'action prolongée du feu elles se dénaturaient, leur structure métallique se modifiait complètement sous les actions des dilatations et contractions, ainsi que leur résistance, et elles se brisaient en morceaux sous les variations de pression de la chaudière.

Le seul moyen de se rendre compte de leur nature était de faire une chauffe partielle en pleine tôle et de faire refroidir assez rapidement cette partie sur le sol humide ou sur une partie mouillée. L'essai d'éprouvettes comprenant une partie non chauffée avec une partie chauffée et refroidie, montrait les modifications de la qualité du métal qui était devenu cassant dans les parties chauffées.

Comme ces tôles étaient proposées pour remplacer celles de fer, des meilleures qualités, et à des prix relativement bas, les constructeurs se décidaient à les employer, et nous sommes certain qu'un assez grand nombre d'accidents relevés dans les statistiques, dont les analyses des tôles des chaudières ont donné des résistances ordi-

naires avec des allongements insignifiants, sont dus à l'emploi de tôles d'acier de mauvaise qualité.

D'autre part des forges de transformation n'ont pas hésité à livrer de ces tôles au lieu et place de tôles de fer de bonne qualité qui leur étaient commandées, qui étaient d'une fabrication plus difficile et plus coûteuse et dans les statistiques de 1890 à 1900 nous avons relevé des accidents dus à ces pratiques condamnées par tous.

Les progrès réalisés depuis 15 ans par la fabrication des aciers Martin Siemens ou Pernot et la généralisation de leur emploi dans la construction des chaudières à vapeur supprimeront tous les accidents qui se sont produits pendant la période de transformation de la métallurgie en France. L'adoption des moyens de construction recommandés avec l'emploi des tôles d'acier extra-doux contribuera non seulement à rendre les accidents plus rares, mais encore à donner une durée beaucoup plus longue aux chaudières.

Foyers mal entretenus. — Les accidents provenant de l'insuffisance des entretoises des foyers ne peuvent provenir que de l'ignorance des constructeurs, mais cette insuffisance n'est pas toujours facile à établir parce que les accidents peuvent ne se produire que longtemps après la mise en service des chaudières.

Comme d'autre part ces chaudières ont pu être mal conduites et mal entretenues, il n'est pas possible de préciser les responsabilités et nous croyons que le seul moyen d'éviter des accidents de cette nature serait de les faire connaître à tous les constructeurs en les signalant particulièrement aux constructeurs qui ont construit les chaudières ayant occasionné les accidents ce que l'Administration des Mines doit pouvoir faire actuellement avec les dispositions prises par le service des épreuves.

Ciels de foyers de formes vicieuses. — Ces accidents ont la plus grande analogie avec ceux ci-dessus et comportent les mêmes observations.

Tampons non autoclaves. — Il est incompréhensible que des constructeurs emploient encore des tampons de cette nature malgré les nombreux accidents qu'ils ont causés, et nous croyons que cela vient de l'ignorance des dangers auxquels sont exposés ceux qui les emploient.

Le seul moyen d'éviter ces accidents est de défendre formellement l'usage de ces tampons, cette défense ne pouvant nuire aux constructeurs ou les gêner en quoi que ce soit.

Réservoirs ou ciels de vapeur. — Les accidents dus à la présence de ciels de vapeur dans les chaudières viennent ordinairement du chauffage de ces parties qui, lorsqu'elles sont constituées par des tôles de fer de bonne qualité, suffisamment épaisses, peuvent résister aux effets de ce chauffage pendant très longtemps et sans grand danger. Par contre lorsque la tôle est de qualité inférieure elle peut au bout d'un temps plus ou moins long devenir aigre et cassante et provoquer un accident. Il en est de même lorsque cette tôle est en acier ordinaire.

Le plus souvent les fuites, puis les cassures, se produisent dans les pinces des tôles et les rivures, et lorsqu'on les constate il faut non seulement faire une réparation complète des parties avariées, mais supprimer les causes des avaries.

Mauvais établissement des fourneaux. — Le mauvais établissement des fourneaux vient ordinairement de l'ignorance des ouvriers ou entrepreneurs employés par les industriels pour la construction des fourneaux parce qu'ils n'attachent qu'une importance insignifiante à cette construction.

Ordinairement le constructeur d'une chaudière remet le dessin d'installation du fourneau à son client qui se réserve de le faire construire au mieux de ses intérêts. Le plus souvent cette construction est confiée à un entrepreneur spécialiste ayant un personnel bien au courant de ces travaux, mais il n'est pas rare de voir les industriels

confier cette construction à des entrepreneurs de maçonneries ordinaires, ou même à des ouvriers maçons ou soi-disant fumistes qui souvent ne connaissent pas le dessin et ne se rendent aucun compte de l'importance de tous les détails d'exécution.

Il y a là une erreur matérielle qui peut avoir de grosses conséquences.

Non seulement le mauvais état d'un fourneau peut entraîner des accidents en provoquant la surchauffe de certaines parties ou le mauvais fonctionnement d'une chaudière, mais il peut être une source de pertes considérables en donnant une très mauvaise utilisation des gaz chauds, par suite d'un mauvais établissement.

Il est donc très important à tous les points de vue de ne faire établir les fourneaux des chaudières que par des praticiens expérimentés.

Emploi de pièces en fonte faibles ou défectueuses. — L'emploi de pièces de fonte dans la construction des chaudières exige la plus grande attention et l'on ne doit jamais utiliser de pièces présentant des soufflures ou des défauts de fabrication.

Les accidents signalés par les statistiques se rapportent à des entrées de bouilleurs ou de dômes trop faibles et à des tubulures souffleuses qui ont manqué en marche.

L'emploi des entrées de bouilleurs ou de dômes en fonte pouvait se comprendre il y a 10 à 15 ans, alors que la fabrication de l'acier ne pouvait donner satisfaction, mais il n'en est plus ainsi actuellement. Les constructeurs ont en effet à leur disposition des entrées en acier coulé, ou mieux encore en acier embouti, qui présentent les plus grandes garanties tout en étant d'un prix peu différent, les facilités d'exécution du travail et la sécurité qu'elles présentent imposent leur adoption.

L'emploi de la fonte exige de fortes épaisseurs et lorsque celles-ci sont insuffisantes, elles constituent évidemment un vice de construction que les constructeurs ont le plus grand intérêt à éviter.

Si l'acier coulé peut convenir pour les entrées, il n'en est pas toujours ainsi pour les différentes tubulures posées sur les chaudières que l'on est encore obligé de faire en fonte, mais on doit toujours donner des épaisseurs largement suffisantes et s'assurer autant que possible que les pièces ne sont pas soufflées avant de les employer.

Défauts d'entretien et de nettoyage.

Les statistiques montrent que c'est au manque d'entretien et de nettoyage qu'il faut attribuer le plus grand nombre des accidents, plus de la moitié ?

Voyons comment se produisent et se manifestent les causes de ces accidents ?

Lorsqu'une chaudière est bien entretenue, que tous ses appareils sont en bon état de fonctionnement, que tous les joints sont bien faits sans présenter la moindre fuite et que l'intérieur de cette chaudière est maintenu en bon état de propreté par des nettoyages fréquents en rapport avec la nature de l'eau d'alimentation, elle peut donner un service d'une durée illimitée, si on ne la laisse pas manquer d'eau.

C'est en négligeant ces différentes précautions qu'on provoque les accidents au bout d'un temps plus ou moins long, et nous allons rechercher les suites et les conséquences de ces négligences.

L'examen des bulletins annuels des accidents montre que les défauts d'entretien et de nettoyage, qui ont causé 52 à 55 % des décès de 1890 à 1900, comprennent :

Les corrosions ;

Les dépôts calcaires et autres dans les chaudières ;

L'usure des tubes de fumées ;

Les mauvais raboutages des tubes ;

La projection des tubes Berendorf, etc.

Ces causes générales se divisent elle-mêmes en de nombreux cas bien distincts que nous allons examiner.

Des corrosions.

Les corrosions des chaudières se présentent généralement à l'extérieur, mais on en trouve cependant à l'intérieur qui tout en étant plus rares occasionnent également des accidents.

Nous allons voir dans quelles conditions se produisent les unes et les autres.

Corrosions extérieures. — Les corrosions extérieures peuvent venir de fuites occasionnées par un défaut de construction ou par un manque de soin et de surveillance dans le fonctionnement de la chaudière.

Dans le premier cas, les fuites viennent d'un mauvais matage des tôles ou des rivets, elles existaient lors de l'épreuve hydraulique devant le contrôleur des mines et il n'a pas été fait le nécessaire pour les arrêter après cette épreuve, comme cela doit toujours être fait.

Le plus souvent en effet les fuites insignifiantes, aux pinces des tôles et aux rivets, pendant l'épreuve hydraulique réglementaire disparaissent en vidant la chaudière et en laissant sécher, par la simple oxydation des tôles ou après un service de quelques jours de la chaudière par suite des dépôts calcaires ; aussi les chefs d'ateliers négligent-ils quelquefois de faire mater ces petites fuites.

Mais il se présente des cas où celles-ci persistent par suite d'une préparation ou d'une exécution insuffisante ou incomplète du travail de rivetage et de matage et il y a là un défaut auquel il est indispensable de remédier.

Lorsque les chaudières sont installées sans enveloppes extérieures les fuites persistantes obligent elles-mêmes à les supprimer, mais lorsque les chaudières sont placées dans des enveloppes ou des fourneaux et que ces fuites ne sont pas assez fortes pour signaler leur

présence, elles peuvent amener des réparations importantes et même à la longue provoquer des accidents.

Si ces fuites et les corrosions en résultant sont constatées avant l'expiration du délai de garantie du constructeur elles tombent sous sa responsabilité et dans le cas contraire elles peuvent donner lieu à des difficultés dont la solution est des plus difficiles.

Il est donc très important pour les chaudières placées dans des enveloppes calorifuges ou autres, ou installées dans des fourneaux en maçonnerie, de s'assurer qu'elles ne présentent absolument aucune fuite munies de tous leurs appareils de sûreté et robinets, à la pression du timbre, avant de les envelopper ou de commencer la construction du fourneau.

Cette précaution éviterait non seulement des difficultés entre les constructeurs et les industriels ainsi que des réparations assez fréquentes, mais supprimerait encore un certain nombre d'accidents.

Les intéressés, constructeurs et industriels, auraient certainement intérêt à ce qu'il soit inséré dans le décret du 1^{er} mai 1880 que l'épreuve réglementaire devant le contrôleur des mines devra être suivie d'une épreuve, à la pression du timbre, sans que la chaudière présente la plus légère fuite pendant un temps donné (15 à 30 minutes).

Cette seconde épreuve qui n'entraînerait aucun frais, étant exécutée après matage des petites fuites observées à l'épreuve réglementaire, pourrait être faite devant l'acquéreur de la chaudière ou son représentant, ce qui lui donnerait la plus entière sécurité.

Quelquefois des fuites se déclarent dans certaines parties des chaudières à la suite de mouvements dans les tôles, par des dilatactions dues à des conditions défectueuses d'exécution ou d'installation, dans des bouilleurs ou corps de chaudières mal supportés, dans des réchauffeurs mal installés présentant des ciels de vapeur, etc.

C'est ainsi par exemple qu'il ne faut jamais mettre un support de bouilleur ou de chaudière sous une petite virole et à proximité d'une

clouure circulaire ou longitudinale. Le poids de la chaudière remplie d'eau sous l'influence de la chaleur et des dilatations peut faire céder la tôle et la rivure, ce qui amène des fuites et par suite des corrosions.

Les chaudières à foyers intérieurs n'ont ordinairement pas de circulation d'eau à l'intérieur et l'eau qui se trouve au-dessous des foyers est à une très basse température alors que celle qui est au-dessus et la vapeur se trouvent à une température très élevée. Il résulte de cela que le dessus de la chaudière s'allonge alors que le dessous reste immuable, mais les efforts constants de dilatation de la partie supérieure sont tels que souvent les matages des recouvrements et les clouures inférieures sont desserrés et présentent des fuites.

Il y a là un détail de construction important qui impose une disposition particulière des tôles pour éviter les effets des dilatations et leurs conséquences, des fuites d'abord puis des corrosions.

Des bouilleurs ou réchauffeurs mal disposés, ayant des ciels de vapeur et chauffés à leur partie supérieure sont également soumis à des dilatations anormales qui occasionnent des fuites de vapeur se condensant extérieurement et des cassures dans les tôles.

Un bouilleur formé de plusieurs viroles ne peut être placé horizontalement pour servir de bouteille alimentaire lorsqu'on emploie de l'eau d'alimentation à température peu élevée, par suite des différences de températures existant entre les parties inférieures et supérieures de cette bouteille.

Le plus souvent les fuites viennent de la mauvaise confection des joints, des tampons et des appareils ou des robinets.

Les tampons présentent des fuites persistantes dangereuses lorsque leurs surfaces et celles sur lesquelles elles reposent dans les chaudières ne sont pas bien dressées, et il est indispensable de remédier à ce défaut de construction.

Ordinairement les joints des appareils et des robinets sont défectueux parce qu'ils sont faits directement sur les chaudières, ce qui

oblige à les maintenir en service en cas de fuites pour éviter d'arrêter les chaudières et de les vider afin de refaire les joints.

Ce mode d'exécution se rencontre encore quelquefois, mais généralement les appareils et les robinets sont placés sur des tubulures ou piétements tournés rivés sur les chaudières, ce qui rend les joints complètement indépendants et permet leur réfection sans avoir à faire la vidange des chaudières.

Il y a là un détail de fabrication qui paraît ne présenter qu'une importance insignifiante, mais dont la non observation peut au contraire avoir des conséquences souvent dangereuses. Ce mode de construction devrait être imposé par tous les industriels.

Nous avons encore rencontré des corrosions venant de fuites provoquées par la présence d'un excès de carbonate de soude ou de chaux venant d'eau mal épurée, dans les chaudières.

On est toujours prévenu de l'excès de matière épurante par des fuites qui se déclarent dans les joints et dans les robinets alors qu'il n'en avait jamais existé et on doit alors vider la chaudière, si possible, ou faire de très fortes extractions pour renouveler l'eau.

Il faut ensuite contrôler soigneusement l'épuration de l'eau d'alimentation pour éviter le retour du fait anormal produit qui non seulement peut entraîner des fuites graves dans presque toutes les parties des chaudières, mais encore détruit rapidement les robinets et appareils en bronze, occasionne des entraînements d'eau dangereux et peut provoquer un accident.

Les fuites extérieures des chaudières proviennent aussi d'un nettoyage intérieur insuffisant qui laisse s'accumuler des dépôts calcaires importants isolant la tôle de l'eau et facilitant le surchauffage de celle-ci. Dans ce cas il faut rapprocher les nettoyages en les faisant à fond à chaque opération ou bien épurer ou changer l'eau d'alimentation.

Elles peuvent encore provenir de mauvaises dispositions intérieures empêchant le dégagement normal de la vapeur, mais presque

toujours cela vient de l'insuffisance et du surmenage des chaudières. Le remède est alors tout indiqué, seulement il faut le décider et l'appliquer avant que le surmenage ait produit des fuites et des corrosions dangereuses.

Quelquefois des corrosions extérieures sont produites par des fumées sulfureuses venant du combustible, et se portent principalement contre les saillies des rivets et des pinces des tôles, qu'elles rongent souvent très rapidement en détruisant tous les matages et en provoquant des fuites de plus en plus importantes.

Il ne faut jamais hésiter dans ce cas à changer combustible et faire une visite complète de la chaudière.

Toutes les parties corrodées doivent être réparées à fond, avec remplacement des parties mauvaises et matages intérieurs et extérieurs.

Des fuites très graves peuvent encore se déclarer dans une chaudière placée dans un fourneau en maçonnerie à la suite d'une vidange complète de la chaudière immédiatement après l'arrêt et sans avoir donné au fourneau le temps de se refroidir.

Les briques étant à une haute température chauffent très fortement par rayonnement les tôles de la chaudière et les tubes et peuvent ainsi faire desserrer les matages des tôles et des rivets ainsi que le mandrinage des tubes.

Cet accident se présente assez fréquemment et il se manifeste par des fuites considérables lors de la remise en service de la chaudière. Il peut être très grave et nécessiter une très grosse réparation, il impose toujours la révision de toutes les rivures et de tous les matages renfermés dans le fourneau. On ne doit remettre la chaudière en service qu'après s'être assuré qu'elle ne présente plus aucune fuite, dans les pinces, les rivets et les tubes.

Les chaudières employées dans la petite industrie, les exploitations agricoles, etc., présentent souvent des corrosions extérieures dangereuses.

Les locomobiles en forme de , celles à foyers carrés, les

chaudières verticales tubulaires ordinaires ou à tubes field, celles à bouilleurs croisés, etc., en un mot les chaudières à foyers intérieurs verticaux, s'oxydent et se corrodent à la partie inférieure dans le voisinage de la grille par suite de la présence des cendres qui prennent l'humidité extérieure et oxydent les tôles d'une manière continue et nous avons constaté qu'une tôle de foyer de 9 à 10 m/m, fonctionnant dans ces conditions, était rongée complètement par l'oxydation dans un délai de 7 ans environ. Ce délai peut cependant être sensiblement plus court d'après la nature du combustible.

Ces corrosions sont quelquefois très étendues et sont masquées par des dépôts calcaires qui venant à se briser par suite du chauffage ou d'un nettoyage à fond occasionnent une vidange violente de la chaudière en pression et par suite un accident.

Elles sont dues à un manque d'entretien et il est facile de les éviter en faisant nettoyer à fond les grilles, enlever les cendres et gratter légèrement le bas des tôles de temps à autre, tous les mois par exemple. On ne doit jamais laisser de cendres au bas du foyer d'une chaudière, lorsqu'elle cesse d'être en service.

Dans ces chaudières dont le chargement du foyer se fait par un gueulard réunissant le foyer à l'enveloppe extérieure, on constate assez souvent des fuites à la tôle intérieure ou aux rivets, autour de ce gueulard, fuites qui ne peuvent occasionner d'accidents mais qui s'accroissent rapidement lorsqu'il n'y est pas remédié de suite et amènent des cassures sur le bord de la tôle intérieure.

Ces fuites peuvent être dues à une préparation défectueuse du travail lors de la construction de la chaudière, venir par exemple de ce que les tôles ne collaient pas parfaitement avant le rivetage et dans ce cas il est facile d'y remédier en enlevant et remplaçant quelques rivets pour bien faire coller ces tôles, mais souvent elles sont dues à une pratique mauvaise des chauffeurs qui, lorsqu'ils ont trop de pression dans leur chaudière, ouvrent en grand la porte du gueulard pour faire entrer de l'air froid dans le foyer et faire tomber la pression.

Ils provoquent ainsi des contractions et dilatations anormales violentes qui amènent des fuites puis des cassures autour de ce gueulard. et des fuites aux tubes.

Le chauffeur doit régler sa vaporisation et sa pression par le registre de la cheminée ou par l'ouverture du cendrier et il doit lui être défendu absolument de le faire en ouvrant la porte de chargement du foyer.

Suppression des fuites

Lorsque des fuites se déclarent à l'extérieur d'une chaudière, il est indispensable de les supprimer pour éviter les conséquences qu'elles peuvent présenter au bout d'un temps plus ou moins long.

Lorsque ces fuites existent dans les pinces des tôles, les matages ou les rivets, il suffit le plus souvent d'un travail insignifiant pour les faire disparaître, mais si on les voit persister il ne faut jamais hésiter à faire une réfection complète des parties défectueuses, en faisant opérer des matages à l'intérieur et à l'extérieur de ces parties.

Lorsque des fuites existent dans les joints des tampons, des appareils de sûreté et des robinets, il est également indispensable de les supprimer en s'assurant que les surfaces des joints sont bien dressées et que les boulons, ou vis de serrage, ne sont pas trop écartés en raison de leurs diamètres.

Quelquefois ces fuites viennent de brides trop faibles dans les robinets, les soupapes, etc., par rapport aux pressions des chaudières et aux écartements des boulons, et on peut remédier à cet inconvénient en plaçant des rondelles assez grandes et assez épaisses sous les écrous, mais nous croyons préférable de remplacer ces appareils par d'autres ayant des brides suffisamment fortes.

Recherches des fuites

Les fuites insignifiantes se manifestent par des gouttes d'eau qui tombent ou s'écoulent plus ou moins rapidement suivant leur importance ou par des petits jets de vapeur, mais lorsqu'elles augmentent elles provoquent une perte d'eau qui peut se constater par l'obli-

gation d'alimenter pendant plus longtemps ou par un abaissement du niveau d'eau.

Le chauffeur constate le besoin d'alimenter plus longtemps pendant la marche de la chaudière et l'abaissement du niveau d'eau se produit surtout lors de l'arrêt pendant la nuit, ce qui lui donne ainsi deux indications de l'existence des fuites.

Comme pendant l'arrêt de nuit il se fait naturellement un abaissement du niveau de l'eau par suite du refroidissement de la chaudière, le chauffeur se rendra compte exactement de l'importance des fuites à la mise en marche en remettant sa chaudière à la pression qu'elle avait la veille au moment de l'arrêt et en comparant les hauteurs de l'eau dans le tube.

Aussitôt que des fuites sont constatées il faut prendre les dispositions nécessaires pour arrêter la chaudière le plus tôt possible, rechercher ces fuites pour pouvoir les faire disparaître, et en supprimer les causes.

Corrosions Intérieures

Les corrosions intérieures sont ordinairement provoquées par l'introduction d'eaux acides ou à la suite de réactions chimiques produites par des sels en dissolution dans l'eau.

Ces eaux altérées ou dénaturées occasionnent des fuites par les pinces ou les rivets en signalant ainsi leur présence et leur action, ou agissent lentement sur les tôles et dans ce cas on ne peut se rendre compte de ce qui se passe que par des visites lors des nettoyages.

Les eaux acides peuvent être neutralisées avant leur emploi ou dans les chaudières, mais il est nécessaire de s'assurer fréquemment de cette neutralisation par des visites intérieures et souvent il est prudent de remplacer l'eau d'alimentation.

Les sels en dissolution dans l'eau qui provoquent des corrosions

sont les chlorures de sodium, de calcium et de magnésium qui se décomposent à température relativement basse en donnant naissance à de l'acide chlorhydrique qui attaque rapidement les tôles.

Ces sels étant très solubles dans l'eau ne présentent pas de dangers à l'état normal et avec des chaudières en parfait état de propreté, mais lorsque des dépôts calcaires se forment ils permettent l'élévation de température des chlorures et par suite leur décomposition. Ces dépôts calcaires se faisant ordinairement en des points déterminés des chaudières, par suite des courants qui existent à l'intérieur, les corrosions se font dans ces parties.

On peut éviter ces corrosions en créant des circulations automatiques de l'eau dans les chaudières et en faisant des extractions convenables pour empêcher la saturation de l'eau, ou bien encore en neutralisant les effets des sels en dissolution, mais l'emploi de ces eaux est toujours dangereux pour la durée des chaudières.

Nous avons encore constaté des corrosions venant sans doute possible de l'emploi de carbonate de soude. Nous avons installé un indicateur à flotteur du niveau de l'eau dans une chaudière field de 40 chevaux et au bout de 5 mois de marche le flotteur en fer fuyait et était rempli d'eau. L'examen montrait des corrosions de la tôle sur tout le pourtour de la partie agraffée. Le flotteur hors de service a été remplacé par un neuf qui au bout de 3 mois était dans le même état que le premier avec des corrosions tout autour. Nous avons signalé le fait à l'industriel en lui demandant s'il n'alimentait pas avec des eaux acidulées et il nous a affirmé que non, en ajoutant qu'il employait seulement du carbonate de soude comme désincrustant. L'eau contenue dans la chaudière a été analysée par un chimiste auquel on a remis le dernier flotteur hors de service, et il a reconnu qu'il n'y avait aucun acide dans cette eau mais seulement une assez forte proportion de carbonate de soude qu'il a dit avoir pu provoquer les corrosions par une double décomposition. On a supprimé l'emploi de ce carbonate de soude et il n'y a plus eu de corrosions.

Les corrosions intérieures sont encore provoquées par l'emploi

d'eaux de condensation contenant des matières grasses légèrement acides, ou par l'introduction accidentelle du sucre dans les chaudières. Il s'opère dans ce dernier cas une réaction chimique amenant l'acidulation de l'eau ainsi que cela a été constaté par l'Association des Propriétaires d'Appareils à vapeur du Nord de la France et exposé dans les congrès des directeurs des Associations Françaises.

Le meilleur moyen d'éviter ces corrosions est de neutraliser l'acidité avec du carbonate de soude en suivant les instructions données par l'Association du Nord de la France, ou d'établir une circulation rationnelle de l'eau dans les chaudières.

Cassures des tôles des bouilleurs et fuites

Depuis une dizaine d'années les bulletins des accidents des appareils à vapeur ont signalé des accidents venant de cassures de tôles presque parallèlement aux lignes de rivets et suivant les bords des matages des tôles, et de cassures se prolongeant entre les rivets.

Ces accidents proviennent de plusieurs causes qui s'ajoutent les unes aux autres, et dont celle initiale est l'emploi d'un métal de qualité insuffisante, de l'acier doux pouvant se dénaturer sous l'action répétée du chauffage de la chaudière et des rentrées d'air froid pendant les chargements du foyer.

Ces tôles mal amorcées sur leurs bords, c'est-à-dire qui ne sont pas bien cintrées suivant les diamètres des bouilleurs ne collent pas bien entre elles dans leurs recouvrements, de sorte que les alternatives de chauffage et de refroidissement de ces parties jointes aux effets des dilatations et contractions produites par les variations des pressions intérieures et de la chaleur, desserrent les matages et provoquent les fuites.

Ces dilatations et contractions ou mouvements des tôles,

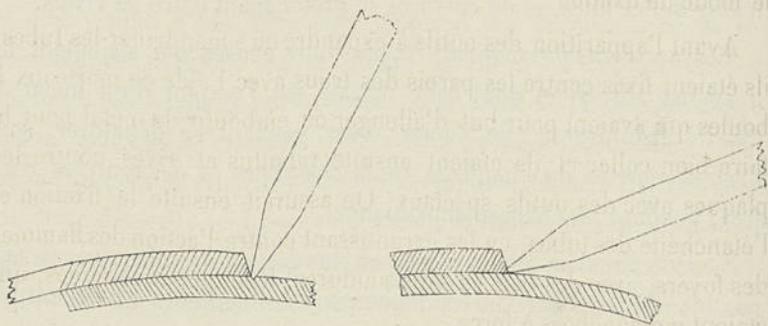
accentuent, d'une manière continue, les effets d'une pratique souvent mauvaise employée dans les ateliers et qui consiste à compléter les matages par l'emploi d'un outil spécial appelé *petite panne* (*droite ou à crans*).

Cet outil a pour but de supprimer les petites bavures qui peuvent se présenter dans un matage et d'assurer l'étanchéité entre les 2 tôles en faisant le matage de l'angle de la tôle supérieure sur la tôle inférieure.

Lorsque l'ouvrier connaît le but de cet outil et comment il doit l'employer, c'est-à-dire presque horizontalement pour refouler la partie inférieure de la tôle, il ne peut y avoir aucun danger, mais malheureusement il n'en est pas toujours ainsi.

Des ouvriers ne se rendant pas compte du travail qu'ils font, et auxquels on ne l'a pas fait connaître, donnent leur coup de panne (panne à crans ou panne droite), en tenant leur outil presque verticalement et ils font ainsi sur le bord du matage une rainure, souvent profonde de $1/2$ à 1 $\frac{m}{m}$ dans la tôle inférieure.

Les dessins ci-dessous montrent ces deux opérations.



La rainure produite par la panne est faite par un outil non coupant en comprimant le métal et elle est le commencement d'une cassure qui se continue et s'accroît de plus en plus, par suite de la compression du métal, sous les effets répétés des dilatations et contractions dont nous avons parlé.

L'emploi des petites pannes ne doit donc être confié qu'à des ouvriers sachant s'en servir et comme il est possible d'avoir de bons matages des tôles avec les matoirs ordinaires et sans l'emploi de ces pannes, nous conseillons de les supprimer dans les ateliers.

Lorsque les cassures atteignent les lignes des rivets c'est que les trous ont été poinçonnés à leurs diamètres définitifs au lieu d'être forés et qu'il y a eu ainsi une modification de la structure moléculaire et un commencement de cassures, ou bien que le métal employé est de mauvaise qualité.

Il est donc facile d'éviter ces accidents par des précautions apportées dans la construction des chaudières.

Fuites dans les tubes des chaudières

Les statistiques signalent un nombre relativement grand d'accidents par suite d'usure ou de rupture des tubes dans les chaudières locomobiles, tubulaires ou semi-tubulaires, et leur fréquence est certainement due en grande partie à une modification apportée dans le mode de fixation.

Avant l'apparition des outils à expandre ou à mandriner les tubes, ils étaient fixés contre les parois des trous avec l'aide de marteaux à boules qui avaient pour but d'allonger ou emboutir le métal pour le faire bien coller et ils étaient ensuite rabattus et rivés contre les plaques avec des outils spéciaux. On assurait ensuite la fixation et l'étanchéité des tubes, en les garantissant contre l'action des flammes des foyers, avec des bagues sans soudures, légèrement coniques, qui étaient emmanchées à force.

L'emploi des outils à mandriner a rendu la pose des tubes beaucoup plus facile et plus rapide, et comme on est certain de supprimer ainsi toutes les fuites, on a abandonné peu à peu l'emploi des bagues sans soudures.

Le mandrinage des tubes donne un travail irréprochable au point

de vue de la fixation et de l'étanchéité, mais il demande certaines précautions et doit être pratiqué par des ouvriers au courant de ce travail, si l'on veut éviter des ennuis. Il peut arriver en effet que ce mandrinage soit trop fort et lamine le métal du tube en réduisant son épaisseur et en diminuant ainsi sa résistance et sa durée.

C'est pourquoi nous estimons qu'il est prudent de mettre des bagues dans les extrémités des tubes recevant les gaz chauds afin de les garantir contre l'action oxydante de ces gaz, action qui s'accroît lorsque les tubes sont recouverts de dépôts calcaires empêchant l'eau de la chaudière de venir les rafraîchir pour s'opposer ainsi à l'élévation de la température du métal.

D'autres accidents viennent de la rupture des parties raboutées des tubes et sont dus à une exécution défectueuse de ce travail. Pour les éviter il est indispensable que les deux tubes conservent leurs épaisseurs dans les parties brasées, et avant de les mettre en place dans les chaudières il faut s'assurer que les raboutages sont bien faits en essayant les tubes avec de l'eau sous pression et en les martelant dans ces parties sur tout leur pourtour.

Les raboutages peuvent encore manquer et présenter des fuites lorsqu'ils sont recouverts de dépôts calcaires ou à la suite d'un abaissement du niveau de l'eau au-dessous des tubes en provoquant la surchauffe du métal.

Des fuites sont encore occasionnées par des tubes Bérendorf dont la pose est défectueuse et qui sortent de leurs logements sous l'influence des dilatations et de la pression intérieure des chaudières. Cela tient à ce que ces tubes n'ont pas été assez enfoncés dans les plaques tubulaires afin d'offrir un frottement supérieur aux efforts signalés ci-dessus, et il est facile d'y remédier.

Lorsque la préparation des tubes n'est pas parfaite et que les démontages et remontages ne sont pas pratiqués avec tous les soins nécessaires il se produit des rayures sur les bagues ou dans les trous des plaques et il en résulte des fuites persistantes. Il faut alors enfoncer plus fortement les tubes et si cela n'est pas suffisant il faut

ou remplacer les bagues en en utilisant une, ou arrêter les fuites en mandrinant les tubes dans les plaques tubulaires.

Lorsque dans la construction des chaudières on emploie des tubes en cuivre, on réduit souvent très sensiblement l'épaisseur des tubes pour diminuer la dépense, mais il y a là une pratique qui peut être dangereuse en raison de la malléabilité du métal et de sa plus faible résistance en cas de surchauffe sous une couche de dépôts calcaires.

Il est donc prudent de conserver des épaisseurs peu différentes entre les tubes en fer et ceux en cuivre.

Lorsqu'un tube présente des fuites on cherche souvent à l'isoler et le mettre hors de service en le tamponnant aux deux extrémités afin d'éviter d'arrêter et de vider la chaudière. Cette opération peut se faire dans les meilleures conditions lorsqu'elle a été prévue et qu'on a pris les précautions nécessaires pour la bien réussir, mais elle est toujours dangereuse parce que la tige serrant les tampons peut être trop serrée et se casser en marche sous la pression.

Il est nécessaire d'avoir des tiges de forts diamètres pouvant supporter des efforts de serrage exagérés.

Accidents divers provoqués par des fuites

Nous terminerons l'examen des accidents résultant de fuites dans les différentes parties des chaudières en signalant ceux occasionnés par la suppression des contre plaques de garantie des tubes Bèrendorf et par le serrage de tampons non autoclaves pendant que la chaudière est en pression. Ce sont là des pratiques dangereuses que rien absolument ne peut excuser et qui ne doivent jamais être exécutées.

Les chaudières en forme de  des machines locomobiles présentent assez souvent des corrosions puis des fuites dans la boîte à

fumée par suite de la présence d'eau condensée venant de l'envoi de la vapeur d'échappement dans la cheminée. Cette pratique imposée par un tirage insuffisant peut être dangereuse lorsqu'elle amène des fuites importantes provoquant un abaissement du plan d'eau ; il est indispensable de faire les réparations nécessaires lorsqu'on constate ces fuites qui sont malheureusement souvent l'origine d'accidents dans les exploitations agricoles.

Lorsqu'on envoie l'échappement de vapeur dans la cheminée d'une locomobile, il faut d'abord empêcher l'eau de condensation de séjourner au bas de la botte à fumée par une disposition spéciale de cette partie, et ensuite s'assurer par des visites et des nettoyages fréquents qu'il ne se produit aucune oxydation et corrosion des tôles.

Manque de nettoyage des chaudières

Nous allons maintenant examiner les accidents provenant du mauvais entretien et nettoyage intérieur des chaudières c'est-à-dire provenant de la présence des dépôts calcaires.

Dans tous les types de chaudières il se crée à l'intérieur un régime de fonctionnement en rapport avec les dispositions de construction, les proportions des différentes parties, la nature des eaux d'alimentation et l'intensité des combustions et le plus souvent un examen attentif des surfaces intérieures, des dépôts qui se produisent et de leurs emplacements, permet de se rendre compte de ce qui se passe à l'intérieur des chaudières.

Si la vaporisation de l'eau dans une chaudière se faisait dans des conditions semblables dans toutes les parties, les tôles se couvriraient uniformément de dépôts calcaires, mais il n'en est jamais ainsi par suite des différences considérables qui existent dans le chauffage de ces parties.

Dans les chaudières à bouilleurs ordinaires ou semi-tubulaires par

exemple, les parties des bouilleurs exposées à l'action directe des foyers vaporisent plus de 25 à 30 kilos par mètre de surface, et celles des extrémités vaporisent environ 15 à 18 kilos pour donner une moyenne de 15 à 20 kilos, alors que la vaporisation des corps de chaudières et des tubes descend à 5 ou 6 kilos et même moins pour donner des vaporisations moyennes de 9 à 12 kilos par mètre de surface pour l'ensemble des chaudières.

Ces variations provoquent dans les chaudières des déplacements d'eau et de vapeur qui se reproduisent pour les mêmes combustions et vaporisations et ce sont ces déplacements normaux ou anormaux qui localisent les dépôts calcaires. Ces déplacements d'eau et de vapeur dépendent des conditions que nous avons énumérées ci-dessus et l'examen des dépôts calcaires renseigne sur leurs causes et leur importance.

Les dépôts calcaires s'opposent à la transmission des calories du foyer à l'eau au travers des parois métalliques et ils diminuent la puissance de vaporisation des chaudières au fur et à mesure de leur accumulation, tout en constituant un danger permanent.

Il est donc important de les éviter à tous les points de vue et, sans nous occuper de la partie économique bien connue de tous, nous examinerons les conséquences de ces dépôts d'après leurs positions dans les chaudières.

Les parties dangereuses des chaudières, dans lesquelles peuvent se faire les dépôts sont :

1^o *Celles placées immédiatement au-dessus du foyer ou à proximité de l'autel ;*

2^o *Celles arrière des corps de chaudières placées au-dessus du retour des gaz contre la chaudière dans le 2^e parcours ;*

3^o *Les extrémités arrière des tubes et la plaque tubulaire arrière dans les chaudières où le 2^e retour des gaz se fait par les tubes ;*

4^o *Les extrémités avant des tubes et la plaque tubulaire avant*

dans les chaudières où le 2^e retour des gaz se fait contre le corps de chaudière et le 3^e retour dans les tubes ;

5^o *Les dessus des foyers des chaudières à foyers intérieurs ;*

6^o *Dans les réchauffeurs à la suite des chaudières ;*

7^o *Les plongeurs d'alimentation ;*

8^o *Les tuyaux de prise d'eau et de vapeur des tubes de niveau d'eau.*

Coups de feu. — L'accident classique dû aux dépôts calcaires est le coup de feu ou surchauffe des parois métalliques placées immédiatement au dessus des foyers.

Dans une chaudière à bouilleurs, les dépôts se forment principalement au-dessus du foyer ou à proximité de l'autel par suite d'une circulation anormale, venant des positions et des dimensions des communications, par rapport aux vaporisations.

Tant que la chaudière est en activité, ces dépôts agités par la production de vapeur laissent arriver l'eau sur la tôle, ce qui l'empêche d'être surchauffée, mais ils se déposent pendant les repos et les arrêts de la chaudière et, lorsqu'ils sont assez importants, ils forment un matelas qui isole l'eau du métal qui est soumis ainsi à l'action du feu sans être rafraîchi par l'eau.

La tôle est alors portée au rouge et n'offre plus qu'une faible résistance à la pression intérieure de la chaudière.

Si la tôle est douce et de bonne qualité il se produira un téton ou une partie emboutie de dimensions variables en rapport avec la surface isolée par les dépôts calcaires, sans projections d'eau au dehors, mais si au contraire la tôle est dure et de qualité insuffisante, elle se déchirera en laissant échapper l'eau avec violence.

Lorsqu'on constate la présence d'un téton d'aussi faible étendue qu'il soit, il faut prendre immédiatement les mesures pour mettre la chaudière, hors de service, parce que les causes qui l'ont produit se renouvelleront rapidement et pourront amener une rupture de la tôle, même de bonne qualité.

Dans les chaudières semi-tubulaires, les dépôts diffèrent de ceux des chaudières à bouilleurs simples en ce qu'ils contiennent des écailles calcaires qui se détachent des tubes et tombent dans les bouilleurs ce qui augmente très rapidement l'importance des dépôts, il en est de même dans les chaudières tubulaires ordinaires formées d'un corps cylindrique traversé par des tubes de fumée et il est très important de surveiller toutes les parties de ces chaudières pour éviter des dépôts dangereux.

Lorsqu'on nettoie une chaudière, il est indispensable de le faire dans toutes les parties et de ne pas limiter l'enlèvement des boues et des dépôts aux bouilleurs ou aux parties inférieures facilement accessibles. Des dépôts peuvent en effet provoquer la surchauffe des tôles aux extrémités inférieures arrière des chaudières lorsque le 2^e retour des gaz chauds se fait contre les corps des chaudières et que la remontée des gaz chauds à la fin du premier parcours se fait contre ces extrémités, car sous les dépôts les tôles peuvent être portées au rouge et s'emboutir. Ces tôles peuvent même se déchirer et amener des fuites plus ou moins graves s'il n'est pas remédié à cette situation.

Les pinces et les rivets des fonds ou des communications peuvent aussi, dans certaines dispositions de construction, être desserrés et donner des fuites.

Ces accidents sont plus rares et moins dangereux que les coups de feu ordinaires, mais comme ils se produisent dans des parties éloignées qu'on ne peut voir, ils présentent surtout des dangers par les conséquences qu'ils peuvent entraîner, et dont la principale est un manque d'eau.

Tubes. — 3^o et 4^o. Dans les chaudières tubulaires ou semi-tubulaires, il est toujours difficile de nettoyer les tubes et, si ceux-ci ne sont pas amovibles, il est impossible d'empêcher l'accumulation des dépôts qui s'amassent surtout aux extrémités des tubes et contre les plaques tubulaires.

Lorsque ceux-ci sont assez compacts, ils empêchent l'eau de

venir rafraîchir les bouts des tubes qui, étant surchauffés par les gaz chauds, se contractent et ne tardent pas à présenter dans les trous des plaques un faible jeu par lequel s'échappe l'eau de la chaudière.

Lorsque des fuites se présentent ainsi aux tubes on les fait disparaître par un nouveau mandrinage, mais elles ne tardent pas à se reproduire et il n'y a qu'un seul moyen de les supprimer : c'est de démonter et nettoyer tout le faisceau tubulaire.

Le coût de cette opération est rapidement compensé par les économies de combustible réalisées.

Ce fait se produit toujours du côté des tubes où rentrent les gaz chauds et il est beaucoup plus fréquent à la plaque arrière lorsque les gaz chauds font leur 2^e parcours dans les tubes qu'à la plaque avant avec le 3^e parcours des gaz dans les tubes.

Foyers intérieurs. — Dans les conditions ordinaires de marche, les dépôts calcaires ne peuvent être dangereux sur les foyers intérieurs et provoquer un coup de feu que lorsqu'ils sont très adhérents et qu'ils ont une assez forte épaisseur, mais pour qu'il y ait un accident il faut encore certaines causes particulières. Le plus souvent lorsque les dépôts sont suffisants pour amener la surchauffe du métal, l'élévation de température les fait casser et se détacher, ils tombent avant que l'élévation de température ne soit devenue dangereuse, si le foyer est dans des conditions normales de marche.

Les accidents qui provoquent un affaissement du ciel du foyer viennent lorsqu'on emploie du charbon gras formant une voûte sous laquelle s'accumulent des gaz qui, à un moment donné, se dégagent à une très haute température et donnent un coup de chalumeau à la tôle qui est rapidement portée au rouge et cède sous la pression intérieure.

Ordinairement ces accidents se produisent avec un niveau d'eau normal pendant l'arrêt des chaudières avec un feu couvert et ils amènent un emboutissage de la tôle, au-dessus du feu, d'un côté ou des deux côtés, et vers la hauteur de la couche de charbon,

Ils se produisent également en cas de manque d'eau.

Réchauffeurs. — Dans les chaudières munies de réchauffeurs, l'eau d'alimentation circule en sens contraire des gaz chauds et elle se débarrasse généralement dans le premier de presque tous les carbonates et corps qu'elle tient en dissolution ou en suspension.

Si ces réchauffeurs ne sont pas nettoyés assez souvent et maintenus en bon état, en ayant soin de les piquer et gratter à fond et de les garantir par une très faible couche de goudron non acide, appliqué à chaud, il se produit souvent des corrosions intérieures qui réduisent très sensiblement leur durée.

Indépendamment des corrosions intérieures il s'en produit parfois extérieurement par suite des condensations du refroidissement des gaz chauds au contact des parois dont la température est relativement basse.

Plongeurs d'alimentation. — Un ennui très fréquent qui se rencontre dans l'usage des chaudières à vapeur est l'obstruction partielle et quelquefois presque complète des plongeurs d'alimentation à leurs extrémités par les dépôts calcaires.

Les sels en dissolution dans l'eau se précipitent dans le plongeur au fur et à mesure de l'élévation de la température de l'eau qui y séjourne et ils viennent à s'amasser à la partie inférieure au point d'entrée de l'eau dans la chaudière.

Cette obstruction n'est pas un accident par elle-même mais elle peut provoquer un manque d'eau par suite de la difficulté éprouvée pour alimenter.

Il est indispensable de visiter le plongeur d'alimentation lors des nettoyages et au besoin de le disposer avec une tubulure spéciale au-dessus afin de pouvoir, en cas de besoin, le nettoyer en place sans avoir à vider la chaudière.

Tuyaux de prise d'eau et de vapeur du niveau d'eau. — Il ne faut jamais craindre de donner des dimensions trop fortes à ces

tuyaux, car il y a là une garantie contre leur obstruction par les boues et les dépôts calcaires.

29 Cette obstruction peut faire croire à la présence d'eau dans la chaudière alors qu'il n'y en a pas et amener ainsi un accident très grave. On l'empêche en pratiquant tous les jours au moins deux ou trois extractions par chacun de ces tuyaux séparément, en isolant l'autre par la fermeture du robinet correspondant du niveau.

30 Lorsqu'un trop long service a accumulé des boues en trop grande quantité dans la chaudière et que le tube de prise d'eau est obstrué, sans qu'on puisse le déboucher par des extractions, on contrôle évidemment le niveau de l'eau par le second indicateur du niveau, mais on doit prendre les dispositions nécessaires pour arrêter la chaudière le plus tôt possible et remettre les choses en état.

31 Dans les installations on doit chercher à faire ces tubes avec le moins de coude possible et à les disposer pour pouvoir les nettoyer de l'extérieur sans avoir à vider la chaudière. Nous estimons qu'il est indispensable de placer des robinets de prise sur la chaudière afin de pouvoir en cas de besoin faire le nettoyage des tuyaux sans être obligé de la vider.

Accidents occasionnés par des matières étrangères

32 Les chaudières sont encore sujettes à des dépôts de matières étrangères pouvant occasionner sinon des accidents très graves du moins des réparations importantes.

33 Dans certaines usines les industriels cherchent, dans un but économique, à utiliser l'eau de condensation de la machine pour l'alimentation des chaudières et cette pratique demande les plus grandes précautions ainsi qu'une surveillance constante pour éviter la déformation des tôles et les coups de feu.

34 Ordinairement ces eaux sont décantées et filtrées avant leur emploi, mais cela n'est pas toujours suffisant pour les débarrasser

des huiles ou graisses qu'elles tiennent en suspension et qui se déposent principalement sur les parties les plus chauffées.

Ces dépôts isolent l'eau du métal qui se surchauffe et subit des déformations plus ou moins accentuées.

Aussitôt que le chauffeur s'aperçoit de cela il faut mettre la chaudière hors de service pour opérer son nettoyage.

Il n'est jamais prudent d'alimenter les chaudières avec de l'eau de condensation, même filtrée, parce qu'un oubli ou une négligence peuvent provoquer un accident, mais comme il y a là une question économique intéressante il faut, lorsqu'on utilise l'eau de condensation, procéder aussi souvent qu'il est nécessaire, à des visites et nettoyages des chaudières, afin d'empêcher la formation des dépôts gras.

Ces dépôts ont un aspect gélatineux et à l'état sec ils brûlent en donnant une fumée ayant l'odeur caractéristique du corps gras employé pour le graissage.

Dans certaines industries, les sucreries, savonneries, fabriques de colles, etc., des produits fabriqués en cours de préparation peuvent accidentellement être introduits dans les chaudières alimentées avec des eaux de retour, en apportant une perturbation profonde dans le fonctionnement.

Aussitôt qu'on s'aperçoit de cette introduction, il faut mettre les chaudières hors de service, les nettoyer entièrement avant de les remplir à nouveau et supprimer les fuites des appareils qui ont occasionné les accidents.

Petite Industrie

Chaudières locomobiles et Chaudières verticales

Dans la grande industrie, les accidents peuvent avoir une extrême gravité en raison des grandes dimensions des chaudières, mais ils

sont relativement rares, car les chaudières sont ordinairement plus surveillées et mieux entretenues.

Dans la petite industrie, au contraire, les chaudières sont moins surveillées, moins bien entretenues et les accidents, plus nombreux et souvent très graves en raison des milieux dans lesquels ils se produisent, pourraient être facilement évités par des précautions élémentaires.

Le manque de nettoyage et d'enlèvement des dépôts calcaires impose toujours des réparations coûteuses en dehors des craintes d'accidents.

Dans les chaudières locomobiles à foyers ronds ou carrés avec corps horizontaux, dans les chaudières verticales à bouilleurs croisés, à tubes field, tubulaires ordinaires ou analogues, les dépôts calcaires s'amassent à l'extérieur des foyers et dans les parties inférieures qui entourent la grille.

Si on laisse ces dépôts s'accumuler par emploi d'eau très chargée ou par manque de nettoyage, ils isolent l'eau du métal qui se surchauffe, s'emboutit et se casse ensuite en imposant ainsi le remplacement du foyer.

Dans les locomobiles à foyers carrés, les dépôts calcaires occasionnent d'abord des fuites dans les entretoises puis à la longue des cassures non seulement des tôles mais encore des entretoises ce qui peut amener les accidents les plus graves.

Dans les chaudières locomobiles à foyers ronds ou carrés avec tubes horizontaux, les dépôts se font encore sur les tubes et surtout du côté de la plaque du foyer où ils ne tardent pas à amener des fuites qu'on ne peut faire disparaître par des mandrinages ou rivetages des tubes.

Il faut alors procéder au démontage des tubes et à leur nettoyage, ce qui entraîne leur raboutage ou leur remplacement, ou autrement la plaque à tube ne tarde pas à se casser entre les trous des tubes et il y a alors à faire une réparation très importante, comportant le raboutage ou le remplacement des tubes, avec le démontage du foyer

et le remplacement de la plaque, ce qui est une assez grosse opération.

Dans les chaudières à foyers amovibles les dépôts sur les tubes provoquent d'abord des fuites dans les trous de la plaque de fond vers la panse et ensuite des cassures entre les trous des tubes si le démontage et le nettoyage ne sont pas opérés en temps utile. Des dépôts se font aussi sur le dessus des foyers et peuvent amener des déformations et des cassures.

Dans les chaudières verticales tubulaires formées d'un foyer et d'une enveloppe extérieure réunis par des tubes de fumée, les dépôts calcaires se font sur la plaque à tubes recevant le coup de feu du foyer et, s'ils ne sont enlevés en temps utile, ils provoquent des fuites autour des tubes. Ces fuites peuvent être arrêtées passagèrement par des mandrinages, mais si l'on ne procède pas à l'enlèvement des dépôts calcaires, elles se reproduisent rapidement et sont suivies de cassures de la plaque entre les trous des tubes. Ces accidents ont fait abandonner presque complètement ces chaudières malgré leur bas prix.

Les chaudières à bouilleurs croisés ont l'inconvénient d'avoir un foyer très élevé afin de pouvoir loger les bouilleurs, qui donnent la surface de chauffe, et pour ne pas avoir une hauteur démesurée on est obligé de réduire à son minimum la hauteur de l'eau au-dessus du foyer. Les dépôts se font sur le ciel du foyer où ils peuvent provoquer des fuites autour de la cheminée, puis des corrosions dans le bas des tubes qui peuvent se surchauffer et s'emboutir. Comme les réparations de ces chaudières sont très coûteuses il est important de ne pas négliger leur entretien.

Les chaudières à tubes field ne présentent pas les inconvénients des chaudières verticales tubulaires sur les plaques à tubes parce que les dépôts calcaires sont rejetés autour des foyers par la circulation relative qui existe dans les tubes, mais ceux-ci se brûlent souvent à leur extrémité inférieure par suite des dépôts qui s'y forment en raison du manque de circulation.

Ces brûlures de tubes ne sont jamais dangereuses mais avec de mauvaises eaux elles peuvent être coûteuses et on ne peut les éviter que par des démontages et nettoyages toujours laborieux.

Les modifications apportées aux tubes de circulation par M. Montupet, ancien constructeur à Paris, suppriment d'une manière absolue les dépôts calcaires dans les tubes field et les empêchent ainsi de brûler.

Bouchons fusibles. — Quelquefois dans les locomobiles et certaines petites chaudières, on place au ciel du foyer un bouchon fusible qui a pour but de prévenir un accident en cas de manque d'eau. Ce dispositif donne de bons résultats lorsque la chaudière est propre et que le métal est en contact avec l'eau, mais il n'en est pas toujours ainsi lorsqu'il y a des dépôts calcaires dans la chaudière.

Nous avons vu en effet des bouchons fusibles obstrués complètement par des dépôts adhérents et n'ayant pas laissé échapper la vapeur lors d'un manque d'eau ayant détruit en partie les foyers. On ne peut donc compter sur le bon fonctionnement de ces bouchons que lorsque les chaudières sont bien entretenues.

Moyens employés pour supprimer les dépôts dans les chaudières

Nous avons examiné tous les accidents qui peuvent résulter du manque de nettoyage intérieur des chaudières et nous en avons fait ressortir les conséquences en montrant les moyens possibles de les atténuer ou de les éviter.

Ce qui précède montre que l'on peut éviter d'une manière certaine tous les accidents dus à la présence des dépôts calcaires en faisant des nettoyages plus ou moins fréquents d'après la nature des eaux d'alimentation et comme d'autre part on peut espacer ces nettoyages

en faisant des extractions lorsque l'eau de la chaudière a atteint un certain degré de saturation, la responsabilité des accidents dus à la présence de dépôts calcaires en incombe entièrement aux industriels.

A côté de ce moyen si simple et si facile d'éviter ces accidents, il en existe d'autres basés sur l'épuration préalable de l'eau avant son introduction dans les chaudières et sur l'emploi de produits destinés à empêcher la formation des incrustations ou dépôts durs et adhérents contre les parois métalliques.

Ces procédés peuvent donner de bons résultats, mais ils demandent la plus grande circonspection et la plus grande surveillance, car une trop grande confiance peut, alors qu'on s'y attend le moins, être la cause d'accidents que nous croyons devoir signaler.

Épuration des eaux. — L'épuration de l'eau d'alimentation se fait dans des appareils spéciaux où elle est traitée par des réactifs en rapport avec sa composition, la chaux pour précipiter les carbonates de chaux et le carbonate de soude pour transformer le sulfate de chaux insoluble en sulfate de soude, soluble à haute dose dans l'eau, par la formation de carbonate de chaux que l'on élimine.

Il est de la plus grande importance de surveiller et contrôler journallement le fonctionnement des appareils épurateurs pour éviter des accidents provenant d'une mauvaise épuration qui laisserait pénétrer dans la chaudière des dépôts calcaires ou des réactifs, chaux et carbonate de soude en excès. Nous avons constaté des accidents graves provenant de ces deux causes.

Des chaudières ont eu des coups de feu à la suite de modifications soit dans la composition des eaux d'alimentation, soit dans le fonctionnement des appareils et nous en avons vu d'autres présenter des fuites importantes parce qu'elles contenaient de la chaux ou du carbonate de soude en excès.

Ces réactifs produisent des fuites dans toutes les parties des chaudières, tôles, rivets et tubes ainsi que dans les joints et les

robinets ; ils empêchent encore ou retardent la vaporisation et peuvent provoquer des accidents graves.

Désincrustants. — Il existe un grand nombre de produits destinés à empêcher l'adhérence des dépôts calcaires sur les tôles et leur emploi peut rendre de bons services en l'entourant des précautions nécessaires, mais il ne faut jamais considérer ces produits comme devant suppléer aux nettoyages des chaudières. Ceux qui sont réellement bons, et il en existe un certain nombre, empêchent la formation des dépôts durs et adhérents contre les tôles en les maintenant à l'état de boues restant en suspension dans l'eau et des nettoyages s'imposent pour empêcher l'accumulation de ces boues en trop grande quantité, ce qui peut encore présenter des dangers.

Emploi du goudron. — On peut remplacer les désincrustants et empêcher l'adhérence des dépôts contre les tôles en recouvrant celles-ci d'une couche de goudron, mais cette opération doit se faire en prenant certaines précautions.

Il faut d'abord nettoyer à fond toutes les parties à recouvrir et il faut que la couche de goudron ne soit pas trop épaisse, en ayant soin de l'appliquer à une certaine température.

Le goudron employé en excès peut provoquer des émulsions si la chaudière est mise en service avant qu'il soit bien sec et des dépôts dangereux dans les parties inférieures en isolant l'eau du métal.

Désincrustation. — On a cherché à nettoyer les chaudières et à faire disparaître les dépôts en les détruisant par des acides, mais cette pratique ne peut être employée que dans des cas spéciaux limités aux chaudières où il est impossible d'accéder.

On se sert ordinairement de dissolutions d'acide chlorhydrique employées à froid ou à chaud qui dissolvent et détachent tous les dépôts, et il faut avoir bien soin de laver les chaudières à fond et à plusieurs reprises avant de les remettre en service,

Il est préférable d'employer une dissolution faible et de la faire bouillir pendant 8, 10 ou 12 heures.

Vidange à froid des chaudières. — En se vaporisant dans une chaudière l'eau abandonne les sels qu'elle contient en suspension ou en dissolution et qui restent à l'état de boues dont la proportion augmente avec la durée de marche de la chaudière.

Lorsqu'on vide cette chaudière à chaud et en pression, les boues se déposent sur les parois métalliques à haute température qui font évaporer l'eau contenue dans ces boues et adhérer celles-ci.

On empêche l'adhérence de ces boues sur les parois de la chaudière en laissant refroidir complètement l'eau qu'elle contient et en opérant la vidange à froid plusieurs jours après l'arrêt.

Cette pratique excessivement simple et facile donne les meilleurs résultats.

Circulation de l'eau dans les chaudières. — Un autre moyen de supprimer les dépôts adhérents dans une chaudière, c'est de provoquer un mouvement ou circulation continue de l'eau dans un sens déterminé.

Cette circulation maintient les sels calcaires en suspension dans l'eau et, en faisant des extractions en rapport avec la nature de l'eau d'alimentation, on peut maintenir la chaudière en bon état constant de propreté.

Accidents par manque d'eau

Le manque d'eau dans les chaudières provient généralement des causes suivantes que nous allons examiner :

Du mauvais état des appareils d'alimentation ;

Du mauvais fonctionnement des deux indicateurs du niveau de l'eau ou des mauvaises dispositions de ceux-ci ;

De l'obstruction des tuyaux d'alimentation et autres ;

Fuites dans les différentes parties des chaudières ;

Fuites par les robinets de vidange.

Pendant longtemps on a pensé que les explosions des chaudières à vapeur par manque d'eau pouvaient être évitées par des appareils plus ou moins compliqués destinés à assurer une alimentation continue et le nombre de brevets pris pour ces appareils et abandonnés est considérable.

Le fonctionnement de tous ces appareils qui est presque toujours parfait en théorie ne résiste pas aux difficultés pratiques qu'il doit vaincre, venant de l'oxydation, des dépôts calcaires, etc., et presque tous pour ne pas dire tous ont été abandonnés après des essais négatifs qui n'ont pas toujours été sans présenter des dangers.

Il n'est pas possible pratiquement que de tels appareils puissent fonctionner d'une manière irréprochable illimitée et leur mauvais fonctionnement risque d'amener les plus graves accidents par suite de la sécurité qu'ils avaient paru présenter.

Nous avons fait breveter, construit et essayé quantité d'appareils régulateurs d'alimentation qui ont paru répondre à ce qu'on désirait, mais nous estimons que dans l'industrie où la surveillance et le contrôle ne sont pas aussi parfaits que dans certaines administrations, ces appareils ne peuvent offrir qu'une sécurité relative aux chauffeurs et qu'il est préférable de ne pas chercher à endormir et supprimer leur surveillance. Nous sommes donc absolument opposé à l'emploi de ces appareils.

Il existe suffisamment de causes d'accidents par manque d'eau sans en ajouter une plus dangereuse que toutes les autres par la sécurité trompeuse qu'elle peut offrir.

Du mauvais état des appareils d'alimentation. — Les appareils employés pour alimenter la chaudière sont :

La pompe alimentaire ;

L'injecteur ;

Et la bouteille alimentaire.

Ces appareils ne peuvent causer des accidents que par la confiance qu'inspire leur bon fonctionnement lorsqu'ils viennent à manquer et nous allons voir pourquoi et comment cela peut se produire.

Le mauvais état de ces appareils vient presque toujours d'un manque d'entretien et de nettoyage, ou bien encore d'une mauvaise confection des joints.

La pompe alimentaire peut être actionnée par la machine à vapeur ou être à action directe.

Son fonctionnement peut manquer par suite de l'usure ou du mauvais état des clapets ou par des rentrées d'air se faisant autour de la tige du piston avec des garnitures mal faites. Il peut encore manquer par une rentrée d'air dans le joint du tuyau d'aspiration, ce qui désamorçe la pompe ou par une obstruction volontaire de ce tuyau. Ces deux cas de mauvais fonctionnement sont très rares, mais nous les avons rencontrés.

Le service de la pompe peut encore manquer par suite d'une construction défectueuse laissant un espace nuisible trop grand par rapport au volume engendré par le piston plongeur. Il peut alors se faire que par suite d'usure, de modification de la course, d'une variation dans la pression de la chaudière ou d'une autre cause, l'eau ne puisse être refoulée à la chaudière. Dans ce cas on assure le fonctionnement de la pompe en l'amorçant pour supprimer l'espace nuisible ou en plaçant entre les deux clapets d'aspiration et de refoulement un tuyau de décharge de très petit diamètre que l'on fait déboucher dans un petit récipient d'eau froide. Cette disposition permet d'assurer le fonctionnement des pompes les plus mal établies.

Le petit cheval alimentaire peut manquer pour les mêmes raisons que la pompe ordinaire et dans ce cas on y remédie comme nous l'avons dit, mais il est de plus soumis aux perturbations que présente

la marche du cylindre à vapeur et comme sa construction est toujours assez délicate, lorsque le fonctionnement de ce cylindre vient à manquer, le mieux pour l'industriel est de le faire remettre en état par le fabricant ou le vendeur.

L'injecteur n'est plus actuellement l'appareil capricieux qu'il était il y a 15 ou 20 ans et les injecteurs offerts aux industriels donnent ordinairement toute satisfaction.

Les causes qui peuvent faire manquer un injecteur sont les suivantes :

Un montage défectueux avec des tuyaux de diamètres trop faibles ;

La mauvaise confection des joints qui peut faire pénétrer des matières étrangères dans les tuyaux ou dans l'appareil ;

Le collage du clapet de retenue de l'injecteur sur son siège ou de celui fixé après la chaudière ;

Une rentrée d'air par le tuyau d'aspiration ;

L'entartrage des tuyères de l'appareil ;

L'insuffisance ou l'excès de pression dans la chaudière.

Ces indications permettront de trouver rapidement la cause d'arrêt d'un injecteur et de le remettre en marche sans crainte d'accident, mais dans tous les cas lorsqu'on constate le mauvais fonctionnement d'un appareil d'alimentation il est préférable d'arrêter la vaporisation et le service de la chaudière.

Actuellement il n'est pas possible d'obtenir des injecteurs marchant à toutes les pressions et il ne faut jamais oublier qu'ils peuvent manquer lorsque la pression dans la chaudière est trop faible et quelquefois lorsqu'elle est trop élevée.

La bouteille alimentaire est certainement l'appareil le plus simple et le plus sûr mais son fonctionnement exige sa position au-dessus de

de la chaudière et le maniement de plusieurs robinets ce qui empêche son emploi dans bien des cas.

Elle ne peut manquer que par suite de mauvais joints, d'une rentrée d'air à l'aspiration lorsqu'elle aspire l'eau froide ou en cas d'installation défectueuse, d'une fuite au joint ou coude d'arrivée de vapeur à l'intérieur.

Il faut que le tuyau d'arrivée de vapeur soit suffisamment gros pour assurer l'établissement de la pression sur la surface de l'eau pendant l'alimentation et qu'il soit plus gros que le tuyau d'écoulement d'eau.

La bouteille doit être assez élevée au-dessus de la chaudière pour pouvoir soulever le clapet de retenue.

Dans certaines installations on assure l'alimentation de la chaudière avec une pompe alimentaire seule, mais il y a là une imprudence qui peut entraîner un arrêt forcé ou une avarie à la chaudière. Nous croyons indispensable d'assurer l'alimentation par l'installation de deux appareils alimentaires.

Il n'y a que la bouteille alimentaire qui puisse donner toute sécurité en l'employant seule.

Mauvais fonctionnement des deux indicateurs du niveau de l'eau. — Ces indicateurs sont ordinairement : 1^o Le tube en verre obligatoire et le plus souvent un appareil à flotteur pour les chaudières installées dans des fourneaux en maçonnerie ;

2^o Un tube en verre avec des robinets de jauge pour les chaudières nues ou placées dans des enveloppes calorifuges et 3^o quelquefois deux tubes en verre.

Le mauvais fonctionnement des tubes en verre vient des dépôts qui se forment dans les robinets et dans les tuyaux de raccordement avec les chaudières et que l'on évite en faisant plusieurs purges par jour d'après la nature des eaux d'alimentation ou d'après l'état intérieur des chaudières. Dans les chaudières installées dans des fourneaux, il est

nécessaire de mettre sur la chaudière des robinets de prise pour ces tuyaux.

Les appareils à flotteurs employés d'une manière presque générale sont les indicateurs magnétiques ou métalliques dont le fonctionnement ne peut être en rien modifié de l'extérieur.

Ils ne peuvent manquer que par un mauvais montage lors de l'installation ou d'une visite, par suite d'un coinçage dans les articulations pour les indicateurs métalliques, ou par suite d'une insuffisance du ressort ou de l'aimant pour les indicateurs magnétiques.

Cette dernière cause impose le remplacement des parties insuffisantes et pour les autres il est facile d'y faire remédier par le chauffeur.

Le plus souvent ces appareils ne fonctionnent plus par suite des fuites qui se déclarent dans le flotteur et le font remplir d'eau.

Dans ce cas les flotteurs tombent au bas de leur course et indiquent constamment le manque d'eau.

Il faut alors remplacer le flotteur ou le faire remettre en état par le fabricant, cette réparation demandant des soins particuliers et la pratique de ce travail.

On emploie encore mais très rarement des indicateurs à flotteurs en pierre équilibrés par un contre poids extérieur commandé par un fil de cuivre traversant un presse étoupe et passant sur un secteur métallique.

Ces indicateurs ne présentent pas à beaucoup près les garanties des autres parce que le fil de cuivre peut se trouver arrêté dans ses mouvements par un trop fort serrage du presse étoupe ou par des corps étrangers, dépôts ou oxydation, ou encore parce que le poids du flotteur varie à la suite de dépôts calcaires.

Ils demandent beaucoup plus de surveillance et présentent des fuites de vapeur si on veut laisser suffisamment de jeu dans le presse étoupe pour assurer le fonctionnement.

Lorsque les robinets de niveau d'eau portant le tube en verre sont fixés directement sur la chaudière ou sur une bouteille reliée à la

chaudière, leur mauvais fonctionnement ne peut provenir que d'une obstruction par des dépôts calcaires, obstruction que l'on évite par des purges journalières comme nous l'avons déjà dit.

Ces robinets doivent toujours être construits de manière à pouvoir être nettoyé complètement à l'aide de bouchons disposés pour cela.

Les robinets de jauge ne peuvent manquer également que par des obstructions se produisant lorsqu'on ne s'assure pas de leur maintien en bon état par des purges répétées.

Lorsque le chauffeur s'aperçoit du mauvais fonctionnement d'un de ses 2 indicateurs, il doit s'assurer du bon état de l'autre et continuer son service avec celui-là en essayant de remettre en service celui qui a manqué. Si cela est impossible, il faut profiter du premier arrêt que l'on rapproche le plus possible pour faire le nécessaire.

Mauvaises dispositions des appareils. — Il faut toujours que les indicateurs soient facilement visibles de tous les points de la salle de chauffe pour donner des indications exactes et être facilement accessibles pour qu'on puisse contrôler leur bon fonctionnement.

Ces précautions sont indispensables et leur inobservation a provoqué des accidents graves.

Obstruction des tuyaux d'alimentation. — Le manque d'eau d'une chaudière peut être provoqué par une obstruction d'un des tuyaux d'alimentation, aspiration ou refoulement, mais ces cas sont assez rares.

Nous avons vu à plusieurs reprises le tuyau d'aspiration d'une pompe ou d'un injecteur bouché à la suite de manœuvres coupables dont on s'est aperçu à temps, et les tuyaux de refoulement obstrués à la pénétration de l'eau dans la chaudière par des dépôts calcaires durs et adhérents. Ce dernier cas oblige à arrêter et quelquefois à vider la chaudière pour enlever ces dépôts que des nettoyages auraient évités.

Fuites dans les différentes parties des chaudières. — Ces fuites peuvent venir de toutes les causes que nous avons examinées ou encore de joints défectueux qui provoquent une vidange plus ou moins rapide des chaudières et elles sont le plus souvent indiquées avant l'accident par des abaissements du niveau de l'eau. La vidange des chaudières se produit généralement la nuit et l'accident à la mise en route par une imprudence du chauffeur qui bien que ne voyant rien dans son niveau croit avoir encore de l'eau dans sa chaudière.

Fuites par les robinets de vidange. — Ces fuites sont assez fréquentes et viennent d'oublis ou du mauvais état des robinets.

Elles se produisent ainsi que les accidents qui en sont les conséquences dans les mêmes conditions que ci-dessus, mais elles peuvent être plus dangereuses en faisant vider complètement les chaudières.

Mesures à prendre en cas de manque d'eau. — Le manque d'eau se produit ou se constate pendant que la chaudière est en pleine activité ou le matin à la mise en marche.

Dans le 1^{er} cas, il faut immédiatement jeter le feu à bas et isoler la chaudière en fermant les robinets de prise de vapeur et d'alimentation.

Si la chaudière est dans un fourneau, il faut le faire refroidir ainsi que la chaudière avant d'y envoyer de l'eau à nouveau.

Lorsque le manque d'eau se constate le matin, il est à présumer que la chaudière a dû se vider entièrement, et il y a lieu de prendre les plus grandes précautions avant la mise en service.

On cherche d'abord les causes qui ont provoqué la vidange de la chaudière et on ne doit remplir celle-ci qu'après y avoir remédié.

Si cette vidange a été provoquée par un joint défectueux ou l'ouverture d'un robinet par exemple, on peut envoyer de l'eau dans la chaudière après la mise en état, mais si elle vient de fuites dans les tôles ou les tubes il faut procéder à la réparation de ces parties avant

de la remplir si la chaudière est nue ou dans une enveloppe calorifique. Si la chaudière est dans un fourneau en briques, il faut visiter la chaudière extérieurement pour s'assurer que le rayonnement des briques du fourneau n'a pas fait desserrer d'autres parties et amené des fuites.

Jamais dans aucun cas on ne doit faire de feu sur la grille avant d'avoir remis de l'eau dans la chaudière et au niveau normal.

Indicateurs du manque d'eau. — Presque toujours les grosses chaudières sont munies de sifflets avertisseurs du manque d'eau et du trop d'eau, et il est certain que cette précaution contribue beaucoup à éviter des accidents. On doit défendre aux chauffeurs de supprimer le fonctionnement des sifflets en les entourant avec des chiffons comme cela peut se faire pour cacher un oubli ou une négligence.

Nous avons fait observer que les accidents étaient relativement plus nombreux dans les petites chaudières que dans les grosses, et cela vient sans doute possible de ce que leurs dimensions ne permettent pas l'application des avertisseurs de manque d'eau avec flotteurs suivant le niveau de l'eau.

Il est cependant facile de tourner cette difficulté dans presque tous les cas et l'emploi de ces appareils dans les petites chaudières réduirait certainement d'une manière sensible le nombre des accidents dus aux manques d'eau bien déterminés ou classés dans les causes inconnues.

Accidents par excès de pression.

Le décret régissant le service des chaudières à vapeur imposant deux soupapes dont chacune est suffisante pour laisser échapper toute la vapeur produite par la chaudière, il semble impossible que les accidents puissent se produire par excès de pression. Pourtant ces

accidents bien que diminuant de plus en plus sont en nombre encore appréciable et représentent une moyenne de 8 0/0 du nombre total des accidents de 1880 à 1900.

Les perfectionnements apportés à l'établissement des soupapes et la connaissance des causes de ces accidents permettent d'espérer que leur nombre sera presque nul dans quelques années.

Ces accidents proviennent :

De l'insuffisance des soupapes,

De la surcharge des soupapes,

D'une mise en marche dangereuse.

De l'insuffisance des soupapes. — Le diamètre des soupapes est déterminé par des formules qui donnent toute sécurité et de nombreux ouvrages contiennent des tableaux établis d'après ces formules et indiquant les diamètres des soupapes pour toutes les chaudières de 1 à 200 mètres de surface de chauffe.

Malgré cela on rencontre encore des chaudières munies de soupapes d'un diamètre trop faible.

D'un autre côté il ne suffit pas que le diamètre d'une soupape soit assez grand pour qu'elle remplisse le but qui lui est assigné, mais il faut encore que son fonctionnement lui permette de remplir ce but, il faut que la soupape puisse se lever d'une quantité assez grande, c'est-à-dire égale au 1/4 de son diamètre, pour qu'elle débite la vapeur à plein orifice.

Or le mode ordinaire de construction avec levier articulé reposant sur le clapet, produit un porte à faux et un coincement qui s'opposent à la hauteur de levée indispensable du clapet et la soupape se trouve ainsi paralysée de manière à ne pouvoir donner que le 1/3 ou la moitié au plus de son débit normal.

Nous avons le premier signalé, vers 1880, ce mode d'établissement dangereux en proposant une disposition rationnelle pour le remplacer et depuis les constructeurs ont construit des soupapes

à échappement progressif qui non seulement donnent toute satisfaction, mais ont permis de pouvoir réduire sensiblement les diamètres obtenus par les formules.

Le fonctionnement des soupapes est en effet dangereux lorsqu'il occasionne un abaissement trop violent de pression dans une chaudière, et les nouvelles soupapes en assurant le dégagement immédiat de la vapeur en excès ont fait, à la suite d'essais méticuleux, reconnaître la nécessité de diminuer les diamètres précédemment admis.

Les soupapes à échappement progressif peuvent ainsi s'établir à des prix peu différents de ceux des anciennes soupapes qu'elles remplacent et leur emploi se généralise de plus en plus.

Ce progrès dans la fabrication des soupapes qui a suivi les indications que nous avons données sur le vice de construction des soupapes ordinaires, insuffisance de levée des clapets, a certainement contribué pour beaucoup dans la diminution du nombre des accidents de cette nature.

Surcharge des soupapes. — La surcharge des soupapes peut être accidentelle ou volontaire. Dans le premier cas, elle est le résultat d'une erreur dans l'établissement des contre-poids et il est facile de s'en assurer en faisant monter la chaudière à la pression du timbre pour voir si les soupapes se lèvent.

Dans le second cas la surcharge vient de l'imprudence du chauffeur qui cherche à éviter des crachements de vapeur pendant son absence ou lors du repos des chaudières. A ce moment le foyer est couvert pour conserver le feu et empêcher son activité, et dans le but d'empêcher les soupapes de se soulever et de laisser échapper de la vapeur, elles sont calées par une disposition appropriée au système.

Cette pratique est toujours dangereuse et ne doit jamais être tolérée parce que avant de couvrir le feu on doit assurer sa conservation par une certaine quantité de charbon frais et qu'il suffit de

couvrir le feu insuffisamment ou mal pour qu'il puisse se remettre en activité et produire une augmentation de pression dangereuse.

Lorsqu'on constate que la pression de la chaudière est au-dessus du timbre, il faut jeter le feu bas ou le couvrir avec des cendres mouillées, puis ouvrir légèrement le robinet de décharge ou d'évacuation de vapeur de manière à ne produire aucune perturbation à l'intérieur de la chaudière. Lorsque la vapeur a commencé de s'échapper on peut continuer d'ouvrir le robinet mais graduellement et très lentement.

Mise en marche dangereuse. — Il arrive quelquefois qu'au moment de la mise en marche de la chaudière un retard se produit et entraîne dans la chaudière une élévation de pression qui fait cracher violemment les soupapes qui laissent échapper toute la vapeur produite en excès.

Il faut, dans ce cas, avoir bien soin d'ouvrir lentement le robinet de prise de vapeur, parce qu'une ouverture brusque et à pleine section de ce robinet peut provoquer un soulèvement violent de la masse d'eau avec production considérable de vapeur instantanée entraînant une explosion très violente.

Nous avons eu connaissance d'un accident qui s'est produit dans une circonstance semblable et a entraîné la mort d'un contremaître et de plusieurs ouvriers.

D'une manière générale, on ne doit jamais ouvrir un robinet de prise de vapeur que lentement et graduellement.

Accidents divers. — Malgré les études approfondies par le service des mines de tous les accidents d'appareils à vapeur, il en reste encore une assez forte proportion pour lesquels il n'a pas été possible de déterminer les causes exactes qui les ont produits, et dans la dernière période quinquennale de 1895 à 1900, ce nombre s'est élevé à 20 %, alors qu'il était précédemment d'environ 12 %.

Nous sommes convaincu qu'un grand nombre de ces accidents

proviennent de dispositions défectueuses ou mauvaises des chaudières dont le fonctionnement varie suivant leur conduite.

Nous avons trouvé des chaudières qui avaient bien marché pendant de nombreuses années et qui avaient présenté des accidents répétés de tôles et de réparations, à la suite de modifications apportées dans leur service.

Ces chaudières trop fortes au début de leur installation, étaient devenues insuffisantes par la suite et leur service avait entraîné des combustions de plus en plus élevées par mètre de grille.

Les déplacements d'eau et de vapeur s'étaient modifiés complètement et il en était résulté des surchauffes locales dangereuses entraînant des fuites et des cassures.

Les dégagements de vapeur étant insuffisants s'opposaient aux retours d'eau qui ne s'effectuaient que dans de mauvaises conditions et facilitaient la surchauffe du métal.

Dans certains cas, des chaudières produisant une certaine quantité de vapeur à une pression assez élevée de 7 à 8 kilos par exemple peuvent fonctionner dans des conditions dangereuses si l'on augmente la quantité de vapeur produite en abaissant sensiblement la pression de marche.

Il y a donc lieu pour trouver les causes de certains accidents non déterminés, d'examiner les dispositions intérieures des chaudières et leurs proportions, ainsi que leurs conditions d'établissement et de fonctionnement.

Les nombreux détails que nous avons donnés dans ce mémoire pourront contribuer à faciliter la recherche des causes de ces accidents.

Nous devons signaler une cause d'accident qui se présente assez rarement pendant les grands froids, la congélation de l'eau contenue dans la chaudière. La formation de la glace dans une chaudière peut non seulement faire desserrer les tôles et les rivets, mais encore faire casser les tôles sur de grandes longueurs, et provoquer un accident à la mise en marche.

Cela ne peut se produire dans les chaudières installées dans des fourneaux en briques que lors d'un arrêt assez important, mais pour les chaudières locomobiles, les chaudières verticales ou autres employées dans la petite industrie, placées en plein air, et ne contenant qu'un faible volume d'eau, il peut suffire d'une nuit ou même de quelques heures pour que l'eau gèle, si l'on n'a pas pris les précautions nécessaires.

Ces précautions consistent ordinairement à fermer toutes les rentrées d'air dans la chaudière par la cheminée ou par le cendrier, à bien envelopper les indicateurs de niveau, le manomètre, les robinets et les tuyaux, et à faire monter la chaudière à la pression du timbre lors de son arrêt.

Quelquefois lors de froids intenses, on laisse un peu de feu sur la grille et même on assure l'entretien de ce feu pendant plusieurs heures. Avant la mise en route on s'assure que tous les appareils et robinets fonctionnent bien et il faut surtout vérifier le manomètre et le niveau.

DEUXIÈME PARTIE

CHAUDIÈRES MULTITUBULAIRES

Les chaudières multitubulaires, dont l'emploi s'est très répandu en France depuis une quinzaine d'années, présentent des dangers moins importants que les chaudières ordinaires par suite de leur faible volume d'eau, mais les accidents qu'elles occasionnent sont beaucoup plus nombreux et elles font beaucoup plus de victimes.

Dans une communication faite à la Société Industrielle d'Amiens en 1902 sur la sécurité et l'économie réalisées par l'emploi des chaudières multitubulaires, M. Schmidt, ingénieur en chef de l'Association des Propriétaires d'Appareils à vapeur de la Somme, de l'Aisne et de l'Oise, montre que de 1890 à 1900 les chaudières fixes d'usines ont causé, par 10.000 chaudières et par an, 3,4 accidents tuant 2,55 personnes et en blessant 4,9 alors que les chaudières à tubes d'eau ont causé, pour 10.000 chaudières et par an, 33,9 accidents tuant 10,7 personnes et en blessant 13,7.

Il ajoute ensuite : de la comparaison de ces chiffres, il ressort que, dans la chaudière à tubes d'eau, l'accident est près de 11 fois plus fréquent que dans les chaudières fixes d'autres types ; que les chaudières à tubes d'eau occasionnent dans l'ensemble quatre fois plus de morts et environ sept fois plus de blessures graves. Les chaudières à tubes d'eau sont donc, en fait, beaucoup plus dangereuses que les autres.

Par chaque accident, les chaudières fixes d'autres types font 1,4

victime, soit 0,8 blessé ; les chaudières à tubes d'eau au contraire ne font que 0,72 victime, dont 0,32 tué et 0,40 blessé. L'accident de chaudières à tubes d'eau est donc un peu moins dangereux, quant aux blessures, que l'accident d'une autre chaudière fixe, mais il fournit moitié moins de tués ; l'accident de la chaudière à tubes d'eau d'après cette indication de fait, est donc certainement un moins gros accident ; malheureusement il est encore beaucoup plus fréquent, et finalement il est 4 à 7 fois plus dangereux.

D'autre part dans la Revue des accidents d'appareils à vapeur, dont nous avons déjà parlé, M. Walckenaer, ingénieur en chef des Mines, expose que de 1890 à 1900 les générateurs à petits éléments dont la surface de chauffe se compose exclusivement ou principalement d'un faisceau de tubes vaporisateurs chauffés par un foyer extérieur ont causé 31 accidents avec 46 morts qui se classent ainsi suivant leur nature :

NATURE DES ACCIDENTS	NOMBRE	
	d'accidents	de morts
Désassemblages.....	15	26
Ruptures de tubes vaporisateurs.....	10	11
Ruptures de corps supérieurs.....	3	3
Divers.....	3	6
Total.....	31	46

Les observations suivantes de M. Walckenaer font ressortir ce qu'il y aurait lieu de faire pour diminuer le nombre de ces accidents :

« C'est surtout par des accidents que l'on peut appeler, sous le » rapport matériel, des accidents de peu d'ampleur, que les chau- » dières à tubes d'eau ont occasionné ce nombre relativement consi- » dérable de morts. Les avaries ont le plus souvent consisté soit en

» déboitements de pièces, projections de tampons ou autres désas-
» semblages, soit en ruptures de tubes vaporisateurs ; il semble que
» l'art de la construction et un ensemble de précautions convenables
» dans l'emploi des appareils puissent combattre efficacement les
» dangers de cet ordre. »

« Nous sommes convaincu qu'il suffirait aux constructeurs de tenir compte des enseignements donnés par la pratique de leurs chaudières pour y apporter les modifications et transformations qu'elle impose afin de réduire ces accidents à une proportion ne dépassant pas celle des chaudières fixes ; malheureusement cela est en opposition avec l'obligation de vendre à bon marché.

Si les chaudières multitubulaires étaient établies dans les conditions de stabilité et de sécurité des chaudières fixes ordinaires, si comme pour ces chaudières leurs dispositions et leurs proportions étaient rationnelles et en rapport avec leurs vaporisations, elles ne présenteraient pas plus de danger tout en conservant les avantages qui les font rechercher.

Dans ces chaudières les causes des accidents sont très limitées et proviennent :

De défauts de construction et d'installation ;

De la rupture des boîtes, collecteurs ou coffres recevant les tubes ;

De la rupture des tubes ;

Nous allons examiner chacune de ces causes séparément pour voir les indications qu'elles donnent et comment on peut les éviter.

Des défauts de construction et d'installation. — Ces défauts se rapportent :

1° A la nature ou à la qualité des matériaux employés ;

2° A des dispositions mauvaises dangereuses ;

3° A des fautes dans le montage.

Nature ou qualité des matériaux. — Il ressort des statistiques que les accidents dus à ces causes viennent de l'emploi de matériaux se dénaturant sous l'action du feu tels que des parties ou éléments coulés en fonte ordinaire, en fonte malléable ou en acier coulé et de la qualité des tubes dont la fabrication laisse à désirer.

Le remplacement des parties en métal coulé par des pièces en fer donnerait la plus grande sécurité, mais il n'est pas toujours possible ou facile et il entraînerait une augmentation considérable des prix de vente.

Les pièces en fonte, fonte malléable ou acier coulé, se font et s'usinent en fabrication à des prix relativement bas ; elles se prêtent aussi à des formes et à des montages rapides, alors que les pièces en fer comportent des façons beaucoup plus élevées sans pouvoir présenter les avantages d'exécution et de montage rapides des autres, de sorte que les constructeurs n'hésitent pas à sacrifier la sécurité au bon marché.

Il est nécessaire pour éviter les accidents de ce chef de prendre des précautions pour garantir le plus possible ces pièces de l'action du feu.

Pour les tubes, il faut exiger soit des tubes en fer qui sont d'un prix élevé et ne se font presque plus, soit des tubes en acier extra doux Martin Siemens ou Pernot qui devront être réceptionnés au point de vue de la bonne exécution des soudures. On s'en assurera en soumettant les tubes à une pression hydraulique de 50 kilos par centimètre carré et en les martelant sous cette pression sur toute la longueur de la soudure.

Nous considérons cette réception comme un minimum qui peut être complété par un examen des recouvrements des soudures et par des essais du métal en tombant des collets et en faisant des pliages.

Des dispositions mauvaises ou dangereuses. — Un assez grand nombre d'accidents ont été provoqués par un type de chaudière dans l'établissement duquel on avait cherché avant tout un

prix de revient excessivement bas et pour lequel on n'avait pas hésité à adopter des pièces en fonte ordinaire presque partout avec des boulons à ancre d'un emploi très dangereux.

Ce type de chaudières ayant été abandonné depuis l'Exposition de 1900, il y aura certainement de ce fait un moins grand nombre d'accidents, mais cet exemple montre les dangers des boulons à ancre.

Nous estimons que leur emploi devrait être interdit ainsi que celui des tampons non autoclaves que l'on voit encore employer dans certains types.

Les statistiques signalent plusieurs accidents qui ont été produits par des tubes amovibles analogues aux tubes Bérendorf, établis en deux parties qui se sont séparées en occasionnant des projections à l'avant ou à l'arrière de la chaudière en faisant vider celle-ci.

Ces accidents peuvent venir de démontages et remontages opérés par des ouvriers inexpérimentés, mais il est certain que le mode d'établissement des tubes et les dispositifs de sûreté ne donnent pas dans l'état actuel toute sécurité et qu'il y a là un défaut de construction.

Fautes dans le montage. — Un des grands avantages des chaudières multitubulaires est de pouvoir faire sur place l'installation de toutes les parties expédiées séparément des ateliers des constructeurs. Le plus souvent ces parties sont réunies par des tubes mandrinés à leurs extrémités et la bonne installation des chaudières ainsi que leur solidité dépendent de l'exécution parfaite des assemblages de ces parties et de leurs mandrinages.

L'épreuve hydraulique semble être une garantie suffisante de la bonne exécution de ce travail, mais il peut n'en pas être ainsi par suite des dispositions particulières des montages ou par suite des dilatations et contractions des parties pendant le fonctionnement des chaudières. Il est donc très important de ne faire exécuter les montages que par des ouvriers bien au courant et en outre de s'assurer

de leur bonne exécution dans toutes les parties avant la mise en service.

Rupture des boîtes, collecteurs ou coffres recevant les tubes.

— Non seulement ces parties des chaudières peuvent manquer comme nous l'avons dit si elles sont établies avec des matériaux de nature ou qualité insuffisante, mais elles peuvent encore manquer par suite de la présence de dépôts calcaires.

Il ne faut jamais oublier que les chaudières multitubulaires sont particulièrement délicates, qu'elles le sont beaucoup plus que les chaudières ordinaires et qu'elles exigent un nettoyage et un entretien beaucoup plus suivis non seulement pour donner un bon service mais encore pour éviter les accidents. Les amas de dépôts calcaires, qui se font principalement dans les parties inférieures des boîtes, collecteurs ou coffres qui reçoivent les tubes, isolent l'eau du métal et provoquent la surchauffe de ce métal et sa rupture.

Ruptures des tubes. — C'est aux ruptures des tubes que sont dus presque tous les accidents des chaudières multitubulaires et il est par conséquent très intéressant de connaître les causes et les conditions dans lesquelles elles se produisent.

Ordinairement on les attribue :

Aux mauvaises soudures ;

Aux cantonnements de vapeur et aux dépôts calcaires.

Des mauvaises soudures. — D'assez nombreux accidents de tubes se produisent dans les soudures qui peuvent manquer par une mauvaise exécution, mais qui manquent également par suite de la surchauffe du métal due aux cantonnements de vapeur ou aux dépôts calcaires.

On peut se garantir autant que possible contre les mauvaises soudures dues à la fabrication des tubes en suivant les recommandations

que nous avons données précédemment, mais il est encore possible par certains soins apportés à la construction des chaudières multibulaires d'atténuer dans de très grandes limites les effets des ruptures des tubes.

Il suffit pour cela de disposer les tubes et d'assurer leur pose de manière que les soudures soient toujours à la partie supérieure, pour qu'en cas de ruptures l'eau sous pression et la vapeur soient envoyées directement à la cheminée sans faire retour dans les parties basses des chaudières. On peut toujours prendre cette précaution qui réduirait dans une forte proportion sinon le nombre des accidents du moins celui des victimes.

Cantonnements de vapeur et dépôts calcaires. — Les statistiques attribuent aux obstructions des tubes et au manque d'alimentation une assez forte proportion de rupture de ces tubes. Or dans ces 2 cas les accidents viennent de la surchauffe du métal qui ne se trouve plus rafraîchi par l'eau.

Il est facile de se rendre compte des causes de cette surchauffe qui provoque d'abord les cintrages puis les ruptures des tubes s'il n'y est pas remédié.

Causes des accidents de tubes. — Lorsque la circulation de l'eau d'une chaudière est suffisamment active pour que les différentes parties chauffées soient constamment mouillées et rafraîchies par l'eau, toutes les calories émises par le foyer et transmises par le métal sont absorbées par l'eau en mouvement et la température du métal se maintient dans des conditions déterminées, sans pouvoir s'élever, et amener sa surchauffe.

Dans ces conditions, on peut exposer les surfaces chauffées aux combustions les plus vives et aux plus grandes vaporisations sans aucune crainte d'accidents, parce que l'élévation de la température du métal au-dessus de celle de l'eau se fait dans les limites restreintes comme il est facile de s'en assurer par le calcul.

Les expériences de Hirsch ont, en effet, montré qu'on pouvait vaporiser beaucoup plus de 100 kg. de vapeur par mètre de surface de chauffe et par heure, sur des parties exposées à l'action directe des foyers, et rien ne peut empêcher d'obtenir ces résultats dans les chaudières à vapeur en les construisant convenablement.

Par contre, lorsque pour une cause quelconque les parois soumises à l'action du feu ne sont pas mouillées suffisamment par l'eau à vaporiser, que cette eau soit séparée du métal par de la vapeur, des dépôts calcaires ou tout autre corps, mauvais conducteur, la température de ce métal s'élève rapidement, et il est soumis à des dilatations et contractions qui modifient sa texture moléculaire, sa forme et sa résistance.

Les parois métalliques, dans ce cas, ne peuvent être soumises qu'à la combustion maximum dans laquelle toutes les calories émises sont absorbées par l'eau ; la combustion et la vaporisation sont limitées et au delà de cette limite il y a danger.

C'est pour assurer cette absorption continue des calories émises par les foyers, que dans les différents systèmes de chaudières on cherche à créer des circulations rationnelles de l'eau et de la vapeur dans les éléments vaporisateurs, et les conditions anormales ne se présentent que lorsqu'il y a une gêne dans la circulation par suite d'une production de vapeur trop considérable ou d'une insuffisance d'arrivée d'eau, ou encore d'un isolement du métal par des corps étrangers, dépôts calcaires, matières grasses, etc.

Il est donc de la plus grande importance de donner aux orifices de dégagement de vapeur et d'eau et aux orifices de retour, des sections suffisantes et en rapport avec les productions de vapeur, car on comprend qu'il n'est pas admissible que pour des chaudières à collecteurs, de mêmes orifices puissent convenir indifféremment à des vaporisations de 50, 100, 150, 200, 250 kg. et plus.

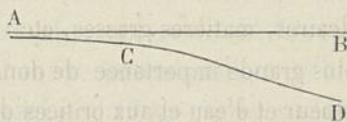
Lorsque, dans un point quelconque du cycle de circulation d'une chaudière, il se produit une gêne ou une obstruction plus ou moins grande dans le dégagement de la vapeur, la vitesse des fluides eau et

vapeur en mouvement se ralentit et il se produit une réaction dans toutes les parties inférieures à ce point ; comme le foyer continue à émettre un aussi grand nombre de calories qui ne peuvent plus être absorbés comme précédemment, il y a immédiatement une élévation de la température du métal et un commencement de surchauffe.

C'est aux causes que nous venons d'examiner et aussi aux dépôts calcaires et aux corps étrangers qu'il faut attribuer les cintrages et brûlures des tubes dans les chaudières multitubulaires à tubes d'eau.

Il est facile de se rendre compte que les tubes d'eau inclinés, dans lesquels il ne peut se produire aucun cantonnement ou poche de vapeur par suite d'une vive circulation de l'eau, ne se cintrent pas, quels que soient le temps et l'intensité de la chauffe à laquelle on les maintienne, et nous avons fait de nombreux essais à ce sujet ; mais il n'en est plus ainsi lorsqu'on vient, par un dispositif quelconque, créer un cantonnement de vapeur à la partie supérieure des tubes.

Les formes, les sens et les intensités des cintrages dépendent de l'importance de ces cantonnements de vapeur ou des surfaces non rafraîchies par l'eau laissées exposées au feu et qui se sont surchauffées ; il est possible, en examinant des tubes cintrés, de se rendre compte des causes qui ont provoqué des cintrages en se rappelant les procédés employés dans l'industrie pour cintrer ou redresser des tubes par la chaleur.



Lorsqu'on a, par exemple, à cintrer un tube droit A B, suivant la courbe A C D, on le place sur un feu de forge d'une assez grande longueur (1 mètre environ) et on dispose le feu pour ne chauffer que la partie inférieure sur le tiers du développement du tube, en recouvrant la partie supérieure avec du charbon humide. La partie chauffée ne pouvant s'allonger parce que la partie supérieure non chauffée

reste rigide, le métal porté au rouge se refoule sur lui-même de telle sorte qu'en retirant le tube de la forge et le laissant refroidir il se cintré d'une manière très accentuée.

En répétant cette opération plusieurs fois, on obtient les cintrages que l'on désire.

C'est de cette manière qu'ont été cintrés les tuyaux en fer de 250 m/m de diamètre assurant le service des eaux des ascenseurs de la Tour Eiffel.

Lorsque, au contraire, on veut redresser un tube cintré, on chauffe la partie extérieure sur le tiers environ du développement et on répète cette opération autant de fois qu'il est nécessaire.

La surchauffe du métal des tubes est provoquée par la présence des ciels ou poches de vapeur ou par la présence d'un trop grand volume de vapeur par rapport à l'eau en mouvement ou par les dépôts calcaires.

Dans le premier cas, les ciels de vapeur isolant les parties supérieures des tubes, alors que les parties inférieures sont rafraîchies par l'eau qui empêche la température de s'élever, il se produit une contraction du métal et un cintrage des tubes avec parties convexes vers le bas, que ces tubes soient à dilatations libres comme les tubes Field inclinés ou fixés à leurs extrémités dans des coffres ou collecteurs.

Lorsque les tubes sont à dilatations libres, leurs extrémités se relèvent plus ou moins d'après l'importance des parties surchauffées, et lorsque les tubes sont fixés à leurs extrémités, les parties surchauffées se refoulent pendant la marche ; lors des refroidissements, l'effet de la contraction du métal tend à faire sortir les tubes de leurs logements et à provoquer des fuites.

Dans le second cas, les dépôts calcaires isolent le métal de l'eau, et comme ces dépôts sont toujours plus épais à la partie inférieure des tubes qu'à la partie supérieure ; que, de plus, ces parties inférieures sont les plus chauffées, elles se contractent et amènent le

cintrage des tubes avec parties convexes vers le haut, que ces tubes soient à dilatations libres ou fixés à leurs extrémités.

Lorsque les tubes sont à dilatations libres, leurs extrémités baissent plus ou moins, d'après l'importance des parties surchauffées ou des dépôts calcaires, et lorsqu'ils sont fixés à leurs extrémités, ils tendent à sortir de leurs points de fixation et à provoquer des fuites.

Lorsque, dans une chaudière, les tubes sont recouverts de dépôts et qu'il s'y forme des cantonnements de vapeur, les cintrages se font suivant celles des causes qui sont dominantes.

Il est donc facile, d'après ces observations, de connaître les causes qui provoquent le cintrage des tubes d'une chaudière.

Danger des eaux épurées.

Nous avons constaté des cintrages de tubes, provoqués par l'emploi d'eau épurée contenant un excès de soude ou de chaux, qui arrive à saturer rapidement l'eau de la chaudière, à élever de plus en plus le degré de vaporisation, et à empêcher la transmission des calories émises par le foyer à l'eau à vaporiser ; mais une cause fréquente de cintrage des tubes et de fuites dans les chaudières à tubes d'eau vient de ce que l'on fait fonctionner ces chaudières à des pressions trop faibles.

Danger de marche avec pression trop faible.

Il est, en effet, facile de comprendre qu'une chaudière dans laquelle les sections de dégagement d'eau et de vapeur des collecteurs sont suffisantes pour une production horaire de 200 kg. de vapeur, par exemple, à la pression de 15 kg. pourra avoir ces sections insuffisantes pour le dégagement de l'eau et de la vapeur, si on fait produire à cette chaudière la même quantité par collecteur, à des pressions de 7 à 5 kg., pressions auxquelles la vapeur a des volumes environ deux ou trois fois plus grands et pour lesquelles il faudrait des sections deux ou trois fois plus grandes. Dans ce cas, il faut réduire la production de vapeur proportionnellement à la pression de marche pour rester dans les mêmes conditions de fonctionnement.

C'est certainement à cette cause qu'il faut attribuer un assez grand nombre d'accidents, qu'il serait peut-être facile d'éviter en plaçant sur les chaudières un dispositif spécial fonctionnant en cas d'abaissement de la pression au-dessous d'une limite déterminée.

Insuffisance des retours d'eau.

Les cintrages des tubes sont encore provoqués par l'insuffisance des retours d'eau en présence d'une vaporisation trop active, et l'on comprend qu'une chaudière établie pour une combustion déterminée donne de mauvais résultats et présente des dangers lorsqu'elle est soumise à des combustions trop élevées.

Les tubes se déchirent ou se brûlent lorsque les parties surchauffées restent trop longtemps isolées de l'eau et qu'elles sont portées au rouge, ce qui annihile leur résistance sous l'effet de la pression intérieure de la chaudière.

Ces faits se présentent lorsque, la production de vapeur étant trop grande, celle-ci remplit les tubes sans pouvoir se dégager, ou empêche l'eau de rentrer dans les tubes, ou bien encore, lorsque les dépôts calcaires sont assez épais pour laisser rougir le métal.

Il est donc de la plus grande importance de donner à tous les orifices dans lesquels circulent l'eau et la vapeur des sections en rapport avec les combustions auxquelles les chaudières doivent être soumises et, lorsque dans une chaudière on voit des tubes se cintrer sans qu'il y existe des dépôts calcaires, on doit rechercher si ce sont les sections des dégagements de vapeur ou celles des retours d'eau qui sont insuffisantes en présence des vaporisations produites et des pressions de marche, afin d'essayer d'y remédier. Si cela n'est pas possible, on doit réduire la vaporisation dans les limites fixées par ces sections et donnant toute sécurité.

Défauts d'entretien et de nettoyage. — Les ruptures de tubes signalées dans les bulletins annuels d'accidents des appareils à vapeur pour surchauffe par obstruction, entartrement et manque d'eau proviennent des causes que nous venons d'examiner ou encore d'un mauvais entretien.

Nous avons signalé l'importance du manque d'entretien et de nettoyage dans les chaudières ordinaires, mais pour les chaudières multitubulaires le manque d'entretien et de nettoyage a une importance capitale en raison de leur faible volume d'eau et des dimensions réduites de toutes leurs parties.

Ces chaudières ne doivent jamais fonctionner qu'avec des eaux épurées ou des eaux d'alimentation presque pures ne donnant presque pas de dépôts calcaires.

Dans le 1^{er} cas, il faut contrôler l'épuration journallement pour éviter les surprises et les ennuis que nous avons signalés, et dans le second on doit surveiller attentivement l'état intérieur des chaudières et faire des nettoyages assez fréquents dans toutes les parties pour empêcher la formation des dépôts durs et adhérents dans les tubes.

Souvent on utilise des eaux assez chargées que l'on évite d'épurer en employant des désincrustants, mais cela ne peut pas supprimer les nettoyages. Ces produits ne doivent être employés qu'à l'état liquide et jamais à l'état solide.

L'emploi des eaux de condensation dans les chaudières multitubulaires présente plus de dangers que dans les chaudières ordinaires et lorsqu'on est obligé d'y recourir, on doit prendre les plus grandes précautions.

Un assez grand nombre de chaudières multitubulaires sont établies avec des tubes de retour d'eau situés à l'arrière et placés dans le courant des gaz chauds. Ces tubes peuvent s'obstruer rapidement presque entièrement par suite d'un excès de boues à l'intérieur des chaudières et d'une mauvaise circulation de l'eau et il ne faut jamais négliger de s'assurer du bon état de ces tubes lors des arrêts et nettoyages.

Accidents par ruptures de corps supérieurs.

Ces accidents ont été relativement rares, mais comme les causes qui les ont provoqués viennent des détails de construction et d'ins-

tallation, il suffirait de les signaler aux constructeurs dans les statistiques pour en éviter le retour.

Accidents divers

Quelques accidents signalés dans les statistiques sont portés comme dus à des causes indéterminées et nous sommes persuadé qu'elles viennent des conditions défectueuses de construction ou d'installation que nous avons examinées ci-dessus.

Les chaudières multitubulaires sont sujettes à tous les accidents usuels des chaudières ordinaires que nous avons signalés, avec cette circonstance qu'ils peuvent se produire plus rapidement et avec des conséquences plus graves par suite de leurs faibles dimensions.

Pour ne pas nous répéter, nous énuméreront simplement les causes de fuites qui peuvent se présenter et pour lesquelles on pourra se reporter à ce que nous avons dit précédemment :

Défauts de construction et de qualité des matière ;

Défauts d'entretien et de nettoyage ;

Corrosions extérieures et intérieures ;

Fuites dans les différentes parties ;

Recherche des fuites ;

Obstruction des plongeurs d'alimentation ;

Obstruction des tuyaux de niveau ;

Manque d'eau ;

Mauvais état des appareils, etc. ;

Excès de pression, etc. ;

Moyens préventifs des accidents

Comme sanction de tout ce qui précède, nous allons résumer les dispositions qui pourraient être prises pour réduire dans les plus larges limites le nombre des accidents des chaudières à vapeur.

La première garantie et certainement la plus importante est d'avoir des chaudières ayant des dispositions et proportions en rapport avec les vaporisations qu'elles doivent donner, établies avec des matériaux de bonne qualité et d'une construction irréprochable dans toutes les parties.

L'établissement d'une circulation rationnelle active de l'eau et de la vapeur dans les chaudières supprime les dépôts calcaires durs et adhérents, les dilatations et contractions anormales, ainsi que tous les ennuis qui en résultent et assure en outre des économies importantes de combustible et d'entretien.

Rivetage hydraulique. — Nous avons montré les soins qu'il y avait à apporter dans certains détails de construction et nous croyons devoir appeler l'attention des constructeurs et des industriels sur un des points particuliers les plus importants de la construction des chaudières à vapeur, nous voulons parler du rivetage.

On emploie encore exclusivement dans un grand nombre d'ateliers en France le rivetage au marteau ou à la bouterolle qui donne un bon travail lorsque la préparation des tôles a été bien faite, mais qui ne présente pas, au point de vue de la suppression des fuites, les garanties du rivetage hydraulique.

Dans le rivetage à la main, le serrage des tôles repose en grande partie sur la contraction des rivets et, si les tôles ne collent pas parfaitement l'une sur l'autre par suite de différences dans les cintrages, il est souvent impossible au rivetage de les rapprocher, surtout si les rivets ont un diamètre à peine suffisant pour les épaisseurs à réunir.

Le rivetage hydraulique au contraire fait l'écrasement du rivet avec une pression déterminée très élevée, de 80 à 100 kilos par millimètre carré de section par exemple et, en laissant cette pression sur le rivet pendant le temps du refroidissement, on obtient un serrage des tôles qui donne une garantie certaine contre les fuites.

A préparation égale le rivetage hydraulique présente des avantages très importants qui l'ont fait adopter d'une manière presque générale à l'étranger et nous le considérons comme un des moyens les plus certains à employer dans le but de diminuer les accidents.

Il offre en outre des avantages économiques qui recommandent encore son adoption aux constructeurs.

Visites des chaudières. — Le tableau des accidents reproduit au début de ce mémoire montre que le plus grand nombre, 59 % de 1895 à 1900, vient des défauts d'entretien et de nettoyage. D'autre part, nous avons fait ressortir que les accidents pour manque d'eau, 7 %, étaient dus aux mêmes causes, mauvais entretien des appareils d'alimentation ou des indicateurs du niveau de l'eau, fuites diverses, etc., de telle sorte qu'on peut dire que les défauts d'entretien et de nettoyage ont, de 1895 à 1900, provoqué $59 + 7 = 66$ % soit les $\frac{2}{3}$ du total des accidents.

Ce chiffre excessivement élevé est dû à la négligence et à l'imprévoyance des industriels et il est certain qu'il diminuerait très rapidement : 1^o si on leur faisait connaître les conséquences de leur manière de faire par la publication des bulletins annuels des accidents des appareils à vapeur ; 2^o s'ils faisaient procéder à des visites intérieures et extérieures et à des nettoyages qui indiqueraient les défauts existants auxquels il faut remédier. Une prescription administrative (art. 36 du décret du 1^{er} mai 1880) demande bien aux industriels de faire visiter leurs chaudières, mais elle n'est pour ainsi dire pas suivie et il serait nécessaire de la préciser et la compléter dans des conditions faciles et pratiques pour les industriels afin de pouvoir en imposer l'obligation.

Les chaudières installées à postes fixes dans les usines ou ateliers devraient être visitées tous les deux ans et celles locomobiles travaillant sur la voie publique ou en plein air devraient être soumises à des visites annuelles complètes.

Nous avons vu des industriels ne savoir à qui s'adresser pour faire visiter leurs chaudières afin d'obtenir les certificats demandés par le service des Mines parce que ces certificats pouvaient engager la responsabilité de leurs auteurs et il est indispensable de compléter l'art. 36 à ce sujet.

D'autre part, il est évident que pour offrir des garanties, ces visites doivent être faites par des personnes compétentes, et les agents des Associations des Propriétaires d'appareils à vapeur paraissent les mieux qualifiés pour cela.

Le décret du 1^{er} mai 1880 fait ressortir les services que ces associations peuvent rendre aux industriels, mais il y aurait lieu d'étendre leur rôle et leurs attributions et de montrer aux industriels les avantages qu'ils peuvent en retirer.

Les prescriptions administratives devraient en outre indiquer les personnalités ayant qualité pour visiter les chaudières et donner des certificats, afin que les industriels ne faisant pas partie des Associations sachent à qui s'adresser et ne puissent se dérober à leur exécution.

Ces mesures supprimeraient, autant qu'il est possible, les accidents résultants de fuites, corrosions, cassures, etc., se produisant dans le service des chaudières et elles seraient complétées par l'application aux chaudières neuves, après l'épreuve réglementaire, d'une 2^e épreuve à la pression du timbre sans aucune fuite.

Épreuve décennale. — L'épreuve décennale imposée par le décret de 1880 a pour but de s'assurer du bon état des chaudières afin de pouvoir remédier aux défauts qui auraient pu se déclarer pendant le service de 10 années, elle dévoile souvent des parties faibles occasionnées par des corrosions et elle a contribué, dans une certaine

proportion, à la diminution du nombre des accidents. On lui reproche cependant d'être faite à une pression trop élevée, fatiguant les chaudières, et pouvant par la suite provoquer des accidents.

Il est certain qu'il n'en peut être ainsi pour les chaudières de petites et moyennes forces facilement accessibles dans toutes leurs parties, mais pour les grosses chaudières dégagées des fourneaux en maçonnerie, l'épreuve décennale peut en effet être dangereuse si l'on ne prend pas les précautions nécessaires.

La pression d'épreuve doit être maintenue pendant le temps nécessaire à l'examen de la chaudière dans toutes ses parties et cela peut demander une durée de une à deux minutes.

Si l'épreuve est bien préparée et qu'il n'y ait pas de fuites aux joints, qu'il n'y ait aucun réservoir d'air à l'intérieur, la pression disparaît aussitôt l'examen terminé.

Si au contraire l'épreuve est mal préparée et qu'il y ait des fuites importantes aux joints, l'examen peut être recommencé plus attentivement en raison des difficultés de maintenir la pression avec les fuites existantes et la chaudière est soumise beaucoup plus longtemps à un effort pouvant être dangereux.

Si maintenant il existe des réservoirs d'air à l'intérieur de la chaudière par suite d'une mauvaise inclinaison ou par suite des dispositions défectueuses des différentes tubulures, la pression d'épreuve peut se maintenir pendant un temps beaucoup plus long et présenter alors de réels dangers.

Nous avons vu en effet des chaudières de 2.20 de diamètre dont les clouures avaient lâché et s'étaient desserrées au point de ne plus pouvoir maintenir la pression d'épreuve réglementaire à la suite d'un essai mal préparé et mal disposé laissant un volume d'air important dans ces chaudières.

Nous avons vu une chaudière verticale de 0.800 de diamètre dont une tôle s'était fendue sur une longueur d'environ 0.600 près d'une clouure pendant un essai fait avec de l'air dans la chaudière.

L'épreuve décennale est évidemment une fatigue pour les chau-

dières, mais en prenant les précautions nécessaires elle ne peut pas entraîner de dangers et elle doit être maintenue parce qu'elle présente la plus grande sécurité en dévoilant les parties affaiblies par les corrosions ou autres causes.

Nous croyons cependant indispensable de la faire suivre d'une 2^e épreuve sans fuites au timbre de la chaudière comme pour les chaudières neuves.

L'épreuve décennale devrait être en outre précédée d'un nettoyage complet dans toutes les parties suivi d'une visite intérieure et extérieure affirmée par un certificat.

Les chaudières locomobiles employées sur la voie publique ou en plein air devraient être soumises à des épreuves quinquennales après nettoyage complet et visite intérieure et extérieure.

Moyens divers. — Les accidents des chaudières multitubulaires ont diminué d'une manière très sensible, depuis plusieurs années, à la suite de dispositions et détails d'exécution qui ont été imposés aux constructeurs :

Foyers avec portes s'ouvrant de l'extérieur à l'intérieur ;

Cendriers avec portes équilibrées ;

Traverses de sûreté pour les boîtes à fumées ;

Trappes d'expansion de vapeur.

Or il est certain qu'aucune difficulté ne s'opposerait à l'adoption de ces dispositions (à l'exception de la dernière) dans les chaudières ordinaires et qu'on obtiendrait les mêmes résultats.

Il y aurait lieu aussi d'ajouter à ces prescriptions la défense d'employer les tampons non autoclaves et les boulons à ancre,

Les chaudières d'âge indéterminé ou ayant plus de vingt-cinq ans d'existence et présentant des dispositions défectueuses devraient être condamnées.

Ainsi que nous l'avons exposé, les statistiques annuelles devraient être portées à la connaissance des intéressés par l'envoi d'office des

bulletins d'accidents aux constructeurs d'appareils à vapeur et par une publication spéciale et l'envoi de circulaires aux industriels possédant des appareils à vapeur. Cette publicité serait faite par l'éditeur des bulletins qui trouverait dans leur vente la rémunération de ses frais.

Enfin il est indispensable de renseigner les chauffeurs et les industriels eux-mêmes sur les mesures et les précautions à prendre en prévision d'un accident par la mise à leur disposition d'une instruction spéciale qui devrait être apposée à proximité des appareils.

Résumé des moyens préventifs des accidents

Ces moyens peuvent être divisés en deux parties : ceux qui dépendent des constructeurs et des industriels et ceux qui intéressent l'Administration.

Moyens préventifs dépendant des Constructeurs et des Industriels

Construction des chaudières avec des dispositions et proportions rationnelles en rapport avec les vaporisations, circulation de l'eau et de la vapeur, emploi de matériaux de bonne qualité et des meilleurs procédés d'exécution :

Rivetage hydraulique ;

Suppression de l'emploi des petites pannes ;

Emploi des soupapes à échappement progressif ;

Emploi de toutes les dispositions ayant pour but de supprimer les accidents de personnes : joints indépendants des chaudières sur piétements rivés et dressés ;

Foyers avec portes s'ouvrant à l'intérieur ;

Cendriers avec portes équilibrées ;

Traverses de sûreté pour les hottes à fumée ;

Visites extérieures et intérieures pour assurer l'entretien et le nettoyage.

Moyens préventifs intéressant l'Administration

Rappel aux constructeurs que d'après l'art. 6 du décret du 1^{er} Mai 1880 « L'orifice de chacune des soupapes doit suffire à maintenir, » celle-ci étant au besoin convenablement déchargée ou soulevée et » quelle que soit l'activité du feu, la vapeur dans la chaudière a un » degré de pression qui n'excède pour aucun cas la limite indiquée « par le timbre réglementaire ».

Obligation du certificat de visites tous les deux ans pour les chaudières fixes, et tous les ans pour les chaudières employées sur la voie publique :

Épreuve quinquennale pour ces dernières chaudières ;

Compléter l'épreuve réglementaire des chaudières neuves par une seconde épreuve à la pression du timbre avec tous les appareils posés sans aucune fuite ;

Compléter l'épreuve quinquennale ou décennale par la visite intérieure et extérieure avec certificat et par une seconde épreuve à la pression du timbre avec tous les appareils posés sans aucune fuite ;

Défendre l'emploi des tampons non autoclaves et des boulons à ancre ;

Ne pas accepter le fonctionnement des chaudières d'âge indéterminé ou ayant plus de vingt-cinq ans d'existence et présentant des dispositions défectueuses ;

Adresser aux constructeurs les bulletins annuels des accidents d'appareils à vapeur ;

Faire connaître ces bulletins aux industriels par une publicité à la charge de l'éditeur ;

Instructions sur les dispositions à prendre en cas d'accident pour les chauffeurs ;

Extension du rôle et des attributions des Associations des Propriétaires d'appareils à vapeur.

TROISIÈME PARTIE

ACCIDENTS DES RÉCIPIENTS DE VAPEUR

Nous trouvons dans la Revue des Accidents d'appareils à vapeur par M. C. Walckenaer que les récipients réglementés, de plus de 100 litres, ont entraîné 75 morts de 1880 à 1900 qui se répartissent, d'après les causes d'accidents, ainsi qu'il suit :

Défauts de construction et d'établissement 35 % ;

Défauts d'entretien et de nettoyage 32 % ;

Excès de pression 24 % ;

Divers 9 %.

La proportion des défauts de construction, 35 %, est considérable, presque double de celle des chaudières à vapeur, 19 %, et tient dans beaucoup de cas à de mauvaises dispositions, fonds mal emboutis, double fonds mal entretoisés ou de formes défectueuses, épaisseurs trop faibles, etc., venant de l'ignorance des constructeurs.

Un assez grand nombre de ces accidents viennent de l'emploi de fonds en fonte de trop grandes dimensions et d'épaisseurs insuffisantes ou dont certains détails de construction ne présentent pas toutes garanties.

Enfin plusieurs accidents ont été occasionnés par des autoclaves dont les couvercles n'étaient pas fixés assez solidement par suite

d'insuffisance des boulons, d'une trop faible épaisseur du métal et d'une disposition vicieuse des boulons.

Il suffirait certainement de signaler ces accidents et leurs causes aux constructeurs pour en éviter le retour, mais il serait nécessaire d'imposer pour les boulons de fixation la disposition adoptée et recommandée depuis quelques années et rendant les accidents absolument impossibles. Cette disposition consiste à faire reposer l'écrou de serrage du boulon dans une cavité ou gorge pratiquée dans la patte à fourche fixée au couvercle, de manière à empêcher l'écrou de glisser et sortir de cette gorge sous les effets de la pression intérieure dans l'appareil.

Défauts d'entretien ou de nettoyage

Les conséquences du manque d'entretien ou de nettoyage sont comme pour les chaudières, des fuites et des corrosions qui nuisent à la solidité des appareils et le seul moyen de les éviter est d'entretenir constamment les appareils en bon état par des visites et nettoyages dans toutes les parties, pour connaître celles qui ont besoin d'être réparées.

Accidents par excès de pression

Les accidents par excès de pression viennent de la mise en communication accidentelle des récipients avec des chaudières donnant de la vapeur à des pressions supérieures aux timbres de ces appareils, par suite du mauvais fonctionnement des soupapes de sûreté placées sur les récipients ou de leur insuffisance.

D'une manière générale, on place sur les récipients des soupapes ordinaires à leviers, dont la levée ne peut jamais être assez grande pour assurer le débit de vapeur à pleine section par les soupapes, qui

ne peuvent ainsi remplir le service auquel elles sont destinées. C'est certainement à cette cause qu'il faut attribuer le nombre relativement grand des accidents, 24 0/0, alors que pour les chaudières il n'est que de 8 0/0, soit trois fois plus petit.

Ils est facile d'éviter ces accidents en plaçant sur ces appareils des soupapes perfectionnées, dites à échappement progressif d'un fonctionnement certain, semblables à celles adoptées pour les chaudières à vapeur.

Ordinairement le service des récipients de vapeur est considéré comme ne pouvant être dangereux et l'on n'attache pas à son établissement, et surtout à celle des détails, l'importance qu'elle a en réalité.

La communication des statistiques aux constructeurs et aux industriels leur ferait connaître les dangers graves que font encore courir les récipients, et ils n'hésiteraient pas à prendre les précautions nécessaires pour les éviter : appareils bien établis avec les meilleurs dispositifs de sûreté, soupapes et manomètres, ainsi que les visites et nettoyages, pour assurer le maintien de tout en bon état.

L'emploi d'une soupape qui ne peut se lever et fonctionner de manière à assurer l'évacuation de toute la vapeur envoyée dans le récipient à la pression réglementaire peut constituer un vice de construction qui engage la responsabilité du fournisseur et les prescriptions administratives devraient signaler aux constructeurs l'importance de la construction et du bon fonctionnement des soupapes placées sur ces récipients.

Accidents divers

Ces accidents dont les causes n'ont pu être déterminées sont en assez faible proportion et doivent provenir en grande partie de l'installation défectueuse des récipients, dont les condensations ne peuvent s'évacuer complètement et produisent des coups de béliers

d'un mauvais entretien laissant obstruer certaines parties, de la nature ou de la qualité des matériaux, etc.

Ils confirment l'obligation pour les industriels de ne pas négliger l'entretien de leurs appareils et pour les constructeurs d'apporter les plus grands soins dans la construction et l'installation.

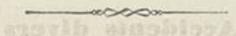
Moyens préventifs pour éviter les accidents

Prescription imposant un dispositif de sûreté empêchant le glissement ou le desserrage sous pression des boulons de fermeture des couvercles d'autoclaves ou appareils analogues.

Rappel aux constructeurs et aux industriels que la soupape de sûreté doit, d'après l'article 32 du décret de 1^{er} mai 1880 étant « convenablement déchargée ou soulevée au besoin suffire à maintenir pour tous les cas, la vapeur dans le récipient à un degré de pression qui n'excède pas la limite du timbre. »

Adresser d'office aux constructeurs les bulletins annuels des accidents d'appareils à vapeur, et donner connaissance de ces bulletins aux industriels par une publicité faite par l'éditeur.

Comme les récipients ne vont presque jamais sans chaudière à vapeur, ils pourraient être également soumis au certificat de visite et à l'épreuve décennale sans gêne appréciable pour les industriels.



Les accidents dont les causes n'ont pu être déterminées sont en assez faible proportion et doivent provenir en grande partie de l'installation défectueuse des récipients, dont les condensations ne peuvent s'évacuer complètement et produisent des coups de bélier

RAPPORT

fait au nom du Conseil des transports de la Société Industrielle de l'Est sur le Nord et l'Est de la France et les voies d'accès au Simplon par M. A. Nérot, ancien élève de l'École Polytechnique, membre correspondant de la Société Industrielle de l'Est et de la Chambre de Commerce de Nancy (1).

Le 24 février dernier, le Simplon a été percé et, selon toutes probabilités, il sera livré à l'exploitation vers la fin de l'année.

Il mettra en relations directes les plaines de la Lombardie avec la vallée supérieure du Rhône, permettant ainsi aux produits italiens de venir plus aisément concurrencer les produits français dans la Suisse Occidentale.

Cette nouvelle route internationale va détourner, à son profit, une partie du trafic qui s'échangeait par Modane et constituer, pour le port de Gènes, une aune contre Marseille.

En revanche, on peut espérer que cette voie du Simplon, donnant un raccourci appréciable sur les itinéraires de l'Italie Septentrionale avec le Nord-Ouest de la France (Le Havre, Dieppe), entrainera une extension des échanges franco-italiens, mais, en raison même de l'orientation de la seule ligne suisse donnant accès au Simplon par la vallée du Rhône, on ne peut pas supposer que les trafics de la Belgique, de la Hollande et d'une partie de l'Angleterre vers l'Italie s'abandonneront la voie du Gothard pour celle du Simplon.

Différents projets ont été étudiés pour améliorer les voies d'accès au Simplon afin d'obtenir, de cette route nouvelle, les conséquences économiques les plus avantageuses au point de vue national.

(1) V. Bulletin trimestriel N° 4 de la Société Industrielle de l'Est.

CINQUIÈME PARTIE

RAPPORT

fait au nom du Conseil des transports de la Société Industrielle de l'Est sur le Nord et l'Est de la France et les voies d'accès au Simplon par M. A. Nérot, ancien élève de l'École Polytechnique, membre correspondant de la Société Industrielle de l'Est et de la Chambre de Commerce de Nancy (1).

Le 24 février dernier, le Simplon a été percé et, selon toutes probabilités, il sera livré à l'exploitation vers la fin de l'année.

Il mettra en relations directes les plaines de la Lombardie avec la vallée supérieure du Rhône, permettant ainsi aux produits italiens de venir plus aisément concurrencer les produits français dans la Suisse Occidentale.

Cette nouvelle route internationale va détourner, à son profit, une partie du trafic qui s'échangeait par Modane et constituer, pour le port de Gênes, une arme contre Marseille.

En revanche, on peut espérer que cette voie du Simplon, donnant un raccourci appréciable sur les itinéraires de l'Italie Septentrionale avec le Nord-Ouest de la France (Le Havre, Dieppe), entraînera une extension des échanges franco-italiens ; mais, en raison même de l'orientation de la seule ligne suisse donnant accès au Simplon par la vallée du Rhône, on ne peut pas supposer que les trafics de la Belgique, de la Hollande et d'une partie de l'Angleterre vers l'Italie abandonneront la voie du Gothard pour celle du Simplon.

Différents projets ont été étudiés pour améliorer les voies d'accès au Simplon afin d'obtenir, de cette route nouvelle, les conséquences économiques les plus avantageuses au point de vue national.

(1) V. *Bulletin trimestriel* N° 44 de la Société Industrielle de l'Est.

La mise en service prochaine du Simplon a ramené l'attention du commerce et de l'industrie sur ces projets et en a fait une question d'actualité.

Nous allons examiner les différents projets présentés, en indiquant leurs caractéristiques principales, et en nous efforçant de déduire leurs conséquences probables.

Nous établirons ainsi qu'aucune des études entreprises n'a tenu compte des intérêts du Nord et de l'Est de la France, non plus que des trafics de la Belgique, de la Hollande et de l'Angleterre avec l'Italie, alors que c'est ce trafic international qui a constitué un des meilleurs éléments de la fortune du Gothard.

Nous chercherons ensuite les moyens de réparer cette omission : le problème consistera à relier Calais et Dunkerque au Simplon par un itinéraire tel qu'il desserve le Nord et l'Est de la France, et, du même coup, permette de concurrencer efficacement le Gothard et les lignes belges et allemandes qui y donnent accès.

En 1904, une Commission extra-parlementaire a été chargée d'étudier les projets suivants :

- 1^o *Frasne-Vallorbes* ;
- 2^o *Saint-Amour-Bellegarde* ;
- 3^o *Lons-le-Saunier-Genève*.

Résumons rapidement les principaux éléments de ces trois projets.

1^o **Frasne-Vallorbes.**

Cette ligne, devant entraîner une dépense de 21 millions, procurerait, entre Paris et Lausanne, un raccourci de 47 kilomètres.

Elle évite le plateau neigeux de Frasne à Pontarlier, mais présente des rampes de 20 m/m et traverse une région où les conditions climatiques rendent l'exploitation fort difficile pendant l'hiver.

Elle ne présente d'intérêt que pour la ligne de Paris-Lausanne-Simplon, et est sans aucune influence sur les itinéraires du Nord et de l'Est de la France, qui continueront à s'établir, sur Lausanne, par Besançon et Pontarlier, et, sur Milan, par le Gothard.

Le Havre, Dieppe et Paris seraient tributaires de la ligne Frasne-Vallorbes ; mais, à partir de Nantes, elle ne présente plus d'intérêt.

C'est le projet cher aux Vaudois cherchant toujours à opposer Lausanne à Genève.

2° **Saint-Amour-Bellegarde.**

Ce projet, évalué à 62 millions, procurerait, sur la ligne de Paris à Genève par Ambérieu Culoz un raccourci de 67 kilomètres.

La ligne serait à faibles déclivités sur tout le parcours, mais ce projet, pour être complet, exigerait la rectification de la ligne de Bellegarde à Saint-Gingolph, sur la rive française du lac Léman, et la construction d'un second tunnel, doublant celui du Credo, dépenses qui ne sont pas prévues dans les 62 millions.

Cette ligne intéresse tout particulièrement l'itinéraire Paris-Genève ; elle favoriserait les relations de l'Ouest de la France avec l'Italie ; mais, en raison de son prix élevé, elle est à peu près abandonnée.

Elle serait sans influence sur les relations du Nord et de l'Est avec l'Italie.

3° **Lons-le-Saunier-Genève.**

Cette ligne, improprement appelée ligne de la Faucille (1), entraînerait une dépense de 130 millions au minimum ; elle procurerait, entre Paris et Genève, un raccourci de 117 kilomètres (488 kilomètres au lieu de 605) et ferait gagner près de 3 heures dans ce trajet.

Elle intéresse plus particulièrement les relations Paris-Genève-Simplon ; en ce qui concerne le trafic franco-italien, Nantes, la Bretagne et la Vendée en seraient tributaires.

Lyon et Bordeaux continueraient à passer par le Mont Cenis.

Elle n'offre qu'un raccourci médiocre pour le Nord et l'Est de la

(1) Cette dénomination impropre provient de ce que, dans un projet antérieur, la ligne devait partir de Morez et passer au col de la Faucille.

France et, en aucun cas, ne saurait y concurrencer le Gothard pour les relations franco-italiennes.

La ligne devrait comporter trois tunnels d'une longueur totale de 37 kilomètres.

Ce sont là des travaux pleins d'imprévu, à cause de la constitution géologique du Jura et, en tous cas, d'une estimation difficile ; de plus, elle ne pourrait se raccorder à la ligne Bellegarde-Saint-Gingolph (rive française du lac Léman) qu'en empruntant le territoire genevois, et cette situation pourrait être une source de difficultés entre les deux pays, la Suisse devant avoir une tendance bien naturelle à reporter le trafic sur la rive Nord du Léman par Lausanne.

Ce tracé de la Faucille est la ligne de prédilection des Genevois, qui espèrent ainsi voir réaliser leur désir séculaire de se trouver sur la route de Paris en Italie.

En présence de ces trois projets, la Commission extra-parlementaire n'a pris aucune décision ferme et, en guise de conclusions, s'est bornée à des considérations générales, laissant au Parlement le soin de trancher la question.

Le choix de la solution semble être bien plus du ressort du Ministre des Finances que de celui des Travaux publics ; le montant des dépenses à engager est, en effet, un facteur important dans la question et les disponibilités budgétaires sont à consulter avant toute autre étude plus approfondie.

Le simple examen d'une carte où figurent les trois lignes projetées montre, par leur orientation, l'identité du but poursuivi dans les trois cas : réduire la distance de Paris au Simplon.

Sans méconnaître l'intérêt qui s'attache à la construction d'une ligne permettant d'obtenir ce résultat, on peut toutefois regretter l'oubli dans lequel on a laissé le Nord et l'Est de la France.

A l'heure actuelle, une telle omission n'est plus permise ; au moment où la mise en exploitation des richesses minières de la Lorraine française, complétant celles du Nord et du Pas-de-Calais, va faire de cette région le pays industriel par excellence, on ne peut pas

négliger les intérêts de départements aussi productifs, sans léser du même coup l'intérêt général français.

Et, d'ailleurs, depuis la clôture des travaux de la Commission extra-parlementaire, en décembre 1904, un élément nouveau est intervenu dans la question des voies d'accès au Simplon, et a permis de l'envisager sous un aspect tout différent.

Le projet du percement des Alpes bernoises, dont il était question depuis longtemps, mais dont on ne parlait que comme d'un projet chimérique et irréalisable, a commencé à prendre corps.

La ville et le canton de Berne, prévoyant l'isolement auquel l'ouverture du Simplon allait les condamner, ont cherché à ne pas rester en dehors des deux grandes routes internationales venant d'Italie; il y avait là, pour Berne, la Ville fédérale, une question d'amour propre à ne pas rester à l'écart des courants de trafic et, pour tout le canton, un intérêt vital à être relié avec Brigue et le Simplon par une voie autre que celle de Lausanne.

Pour obtenir cette double satisfaction d'amour propre et d'intérêt, il fallait relier Berne et Brigue par une ligne directe; cette ligne, devant traverser les Alpes bernoises, mettait Berne à 116 kilomètres de Brigue (origine du Simplon) au lieu des 243 kilomètres que comporte l'itinéraire actuel par Lausanne.

Une subvention de 47 millions, en faveur de cette ligne, fut votée par le canton de Berne.

De plus, une expertise internationale fut décidée pour étudier les divers projets présentés au point de vue de leur construction et du trafic probable sur lequel on pouvait compter.

Le rapport des experts a mis en évidence la possibilité de traverser les Alpes bernoises au Wildstrubel, à l'altitude maxima de 4.128 mètres, avec un tunnel de 13 km. 500.

Les déclivités n'atteindraient, sur cette ligne proposée par M. Beyerler, que 13 m/m par mètre et les rayons des courbes ne descendraient pas au-dessous de 400 mètres.

La ligne se présente ainsi dans d'excellentes conditions d'exploitation.

Quant au trafic probable, les évaluations très modérées des experts attribuent à la ligne projetée une recette de 49.400 fr. par kilomètre.

Une telle recette kilométrique, calculée sur les distances réelles, sans aucune majoration pour les sections de montagne, place la ligne des Alpes bernoises dans des conditions incontestables de vitalité (1).

Au cours de leur examen, les experts ont signalé l'intérêt capital qu'il y avait à améliorer les lignes suisses traversant le Jura pour aboutir à Delle ; pour cela, il faudrait relier directement Buren à Moutier, par Granges, afin d'éviter le détour de Biemme et les déclivités excessives de la ligne de Biemme à Délémont.

Les dépenses à engager seraient de 100 millions pour l'ensemble des travaux : percement des Alpes bernoises et amélioration de la traversée du Jura, qui pourraient s'exécuter en quatre ans et demi.

Étant donné l'intérêt des Bernois à la construction de cette ligne et leur tenacité coutumière, on ne peut pas douter qu'ils mettent à exécution ce projet qui leur tient tant à cœur ; aussi doit-on, dès à présent, tenir compte de la ligne Delle-Moutier-Granges-Buren-Berne-Wildstrubel-Brigue dans une étude complète des voies d'accès au Simplon.

On a reproché à ce projet du percement des Alpes bernoises d'avantager Gênes au détriment de Marseille, mais il est indéniable que c'est le fait même de l'ouverture du Simplon qui permettra à Gênes de concurrencer notre grand port de la Méditerranée sur les marchés de la Suisse Occidentale ; et certainement, ni le Frasne-Vallorbes, ni le percement de la Faucille, n'e seraient capables de rétablir les zones d'influence respectives de Gênes et de Marseille, telles qu'elles existaient avant le percement du Simplon.

Quant à l'approvisionnement, par Marseille, des marchés du Jura et des Vosges, il restera toujours protégé par les surtaxes d'entrepôt

(1) Sur le Gothard, les distances réelles sont actuellement majorées, pour le calcul des taxes de 64 km dans la direction de Chiasso et de 50 km. dans la direction de Pino

et les tarifs décroissants du P.-L.-M. ; d'ailleurs, l'inconvénient ne paraît pas très important si l'on remarque qu'actuellement une très petite part du trafic du port de Gênes (5 % environ) est à destination ou en provenance du Saint-Gothard.

Il ne convient pas de s'arrêter autrement à un tel reproche et nous examinerons l'influence de la ligne des Alpes bernoises sur les relations franco-italiennes et sur le trafic de la Belgique, de la Hollande et de l'Angleterre avec l'Italie.

Pour faire cet examen, nous tiendrons compte des distances réelles et non des distances virtuelles (1) ; c'est en effet sur les distances réelles que sont généralement établis les tarifs ; d'autre part, étant donnés les progrès réalisés dans la construction des machines et les résultats de la traction électrique, l'intérêt des distances virtuelles tend de plus en plus à disparaître pour le public.

Comparons les divers itinéraires de **Paris à Milan** :

Paris, Petit-Croix, Bâle, Gothard, Milan . . .	891 km.
Paris, Pontarlier, Lausanne, Simplon, Milan . .	832 —
Paris, Pontarlier, Berne, Wildstrubel, Simplon, Milan	824 —
Paris, Chaumont, Belfort, Wildstrubel, Simplon, Milan	844 —

Ces trois derniers itinéraires sont comparables et l'avantage reste au tracé du Wildstrubel, mais il y a lieu de remarquer que l'itinéraire par Chaumont, Belfort, Delle, quoiqu'un peu plus long, présente une plus grande supériorité sur tous les autres car il ne comporte, sur le parcours français, que des lignes de plaine (altitude maxima de 395 mètres) dont l'exploitation n'est pas interrompue, pendant l'hiver.

(1) On appelle longueur virtuelle d'une ligne, en pays accidenté, la longueur d'une ligne de plaine dont les frais d'exploitation seraient les mêmes que ceux de la ligne donnée ; la longueur virtuelle s'établit à l'aide de formules tenant compte des déclivités et des rayons des courbes de la ligne considérée

Faisons la même comparaison pour les itinéraires **Calais-Milan** :

Par le Gothard (Petit-Croix-Bâle)	4.115
Par le Simplon (Pontarlier-Vallorbes)	4.099
Par le Wildstrubel (Delle-Moutier-Granges-Buren- Berne-Brigue)	4.069

Ici encore, l'avantage reste au tracé traversant les Alpes bernoises.

Si nous comparons maintenant l'itinéraire belge-allemand d'Anvers à Milan avec l'itinéraire français Dunkerque-Milan, nous arrivons au résultat suivant :

Anvers-Milan. — *Itinéraire belge-allemand* : par Bruxelles, Luxembourg, Strasbourg, Bâle, Gothard. km. 4.000

Dunkerque-Milan. — *Itinéraire français* : par Hirson, Nancy, Epinal, Moutier, Buren, Berne, Wildstrubel, Simplon. km. 4.045

Les deux itinéraires sont comparables puisqu'ils ne diffèrent que de 4 % pour un parcours de 4.000 kilomètres.

Etant donnée cette faible différence, il était intéressant de chercher à réduire encore l'itinéraire français.

L'examen des lignes empruntées montre que ce dernier n'est guère susceptible d'amélioration ou de raccourci dans son tracé.

Sur tout le parcours, il comporte la double voie et est établi de manière à pouvoir assurer, le cas échéant, un trafic accéléré et d'une grande intensité.

Il y a, toutefois, un raccourci possible entre Epinal et Belfort ; au lieu d'emprunter, au départ d'Epinal, la voie d'Aillevillers-Lure, on pourrait avantageusement passer par Arches et Remiremont et continuer jusqu'à Saint-Maurice : en construisant, entre cette gare et celle de Giromagny, une ligne de 15 kilomètres environ, on retrouverait à Bas-Evette la grande ligne de Paris à Belfort.

Il faudrait, pour cela, emprunter la vallée de Presles franchir les

Vosges sous le Col du Stalon, entre le Ballon d'Alsace et le Ballon de Servance, et ressortir sur le versant Sud près de Malvaux ; en ce point, les Vosges forment une sorte de muraille assez haute, mais relativement peu épaisse.

Cette ligne procurerait un raccourci de 23 kilomètres entre Epinal et Belfort.

Elle ne paraît présenter aucune difficulté spéciale d'exécution ; la gare de Giromagny est à 60 mètres seulement au-dessous de celle de Saint-Maurice (1) ; la ligne projetée serait tout entière sur le territoire français.

Sa construction entraînerait le doublement de la voie unique existant de Remiremont à Saint-Maurice (27 km.) et de Giromagny à Bas-Évette (8 km.), en tout 35 kilomètres.

De plus, pour éviter un rebroussement à Bas-Evette, il faudrait établir, près de cette gare, un raccordement direct vers le Valdoie et Belfort.

Ainsi établie, cette ligne mettrait Dunkerque à 4.022 km. et Calais à 4.045 km. de Milan, par l'itinéraire Lille, Hirson, Nancy, Epinal, Saint-Maurice, Giromagny, Belfort, Delle, Moutier, Buren, Berne, Wildstrubel, Simplon.

Si nous comparons maintenant l'itinéraire :

Anvers-Milan, par Bruxelles, Strasbourg, Bâle et le
Gothard km. 4.000

à l'itinéraire :

Dunkerque-Milan, par Lille, Nancy, Saint-Maurice,
Giromagny, Wildstrubel, Simplon km. 4.022

nous n'avons plus qu'une différence insignifiante de 22 km. sur un parcours de 4.000, soit 2 % seulement à l'avantage d'Anvers.

Cet avantage serait d'ailleurs largement compensé, pour les mar-

(1) Cette ligne a d'ailleurs déjà été étudiée en 1880 par M. Marx, alors Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Nancy ; l'étude en avait été prescrite par une décision ministérielle du 7 août 1880.

enandises en provenance ou à destination de l'Angleterre, par la traversée maritime beaucoup moins longue et beaucoup plus rapide au départ de Dunkerque qu'au départ d'Anvers.

La même comparaison entre les deux itinéraires :

Ostende-Milan, par Bruxelles, Strabourg, Bâle et le
Gothard km. 1.080

Et

Calais-Milan, par Lille, Nancy, Saint-Maurice, Giro-
magny, Wildstrubel, Simplon. km. 1.045

donne à **Calais**, sur **Ostende**, un avantage de 35 km. et, en outre, une traversée maritime beaucoup plus courte.

Pour ces deux raisons, la voie de Calais présenterait, sur celle d'Ostende, une supériorité incontestable et serait, sans aucun doute, très appréciée des voyageurs.

C'est donc bien cette ligne qui résout le problème que nous nous étions posés et c'est elle que nous devons nous efforcer d'organiser pour en faire l'artère du transit international entre le Nord et le Sud de l'Europe Occidentale.

Dans ces conditions, il serait rationnel d'escompter qu'une partie du trafic italo-anglais, italo-belge, et italo-hollandais abandonnerait la voie allemande et le Gothard pour la voie française et le Simplon.

En résumé, le Simplon, sans aucun débouché sur Berne et Delle, serait incomplet ; ainsi limité, il ne constituerait pas une concurrence du Gothard mais uniquement du Mont-Cenis dont il réduira fatalement le trafic.

La part qui sera ainsi perdue pour le Mont-Cenis diminuera notablement le parcours sur les rails français puisque la distance Paris-Modane est de 685 km., alors que celle de Paris-Vallorbes n'est que de 477 kilomètres.

On a dit que le percement des Alpes bernoises créerait une route non française, mais si Paris est à 477 kilomètres de Vallorbes, il est à 465 kilomètres de Delle, de même si la distance Dieppe-Vallorbes

est de 640 kilomètres, celle de Dieppe-Delle est de 632. Un tel reproche n'est donc pas fondé.

Il n'est pas douteux qu'en réalisant Frasnè-Vallorbes ou Lons-le-Saunier-Genève, on favorisera le Simplon, en ce qui concerne la zone s'étendant entre Dieppe et Nantes, mais il ne faut pas perdre de vue que ce sera au détriment du Mont-Cenis et du parcours français qu'on obtiendra cet avantage.

La voie du Gothard n'y perdra guère.

Le complément rationnel et nécessaire du Simplon, c'est le percement des Alpes bernoises, la rectification de la ligne de Berne à Delle et la traversée des Vosges au Ballon d'Alsace.

On crée ainsi une grande artère dirigée à peu près Nord-Sud amenant le trafic italien à Délémont, à proximité de Delle et des rails français, l'éloignant, par conséquent de Bâle et des lignes allemandes et on fait de cette route nouvelle un concurrent redoutable pour la voie du Gothard.

Un tel itinéraire serait, d'ailleurs, largement alimenté non seulement par les régions traversées mais par les lignes affluentes.

Il desservirait Calais, Dunkerque, Hazebrouck, Lille, Valenciennes, recevrait à Aulnoye l'appoint de Maubeuge et des lignes belges vers Mons et Bruxelles, recueillerait à Charleville le trafic des Ardennes et de la vallée de la Meuse vers Givet ; continuant sur Longuyon, il y serait relié au Luxembourg et à la Hollande ; il traverserait le bassin de Briey plein de promesses pour l'avenir, desservirait le bassin de Nancy, les Vosges françaises, le Haut-Rhin ; drainant ainsi, par le chemin le plus court, le trafic d'exportation, il constituerait la grande route internationale vers Milan et Brindisi.

Enfin, étant donné le courant actuel d'opinions économiques, n'est-il pas permis, au risque de cotoyer l'utopie, d'envisager l'éventualité du prolongement de la voie ferrée de Calais jusqu'à Douvres par un tunnel sous la Manche ?

Les progrès de la science ont rendu possibles de pareils travaux et personne n'oserait affirmer que le siècle qui commence n'en verra pas la réalisation.

Sans vouloir autrement préjuger de l'avenir, il est bon de faire un retour sur le passé et de rappeler, pour terminer, qu'en 1902 le Gothard a transporté 4.400.000 tonnes en chiffres ronds parmi les quelles 400.000 tonnes transitant entre l'Italie, d'une part, la France, la Belgique, la Hollande et l'Angleterre, d'autre part; ces 400.000 tonnes devraient suivre la nouvelle route.

En outre, parmi les 2.900.000 voyageurs qui ont utilisé la voie du Gothard, pendant la même période, on estime à 540.000 le nombre de voyageurs transportés entre l'Italie et les Pays précités dont 400.000 auraient intérêt à emprunter l'itinéraire ci-dessus.

C'est ce trafic important que nous devons nous efforcer de retenir et de ramener le plus possible sur les rails français.

Si nous pouvons atteindre ce résultat, nous aurons réparé l'oubli regrettable dans lequel on avait laissé les régions du Nord et de l'Est en étudiant les voies d'accès au Simplon, et nous aurons la satisfaction d'avoir travaillé dans l'intérêt général français.



SIXIÈME PARTIE

DOCUMENTS DIVERS

BIBLIOGRAPHIE

Précis d'Hydraulique. La Houille blanche, par R. BUSQUET, professeur à l'École industrielle de Lyon, 1 vol. in-18, de 376 pages avec figures, cart. (*Encyclopédie industrielle*): 5 fr. Librairie J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille, à Paris).

Les besoins croissants de l'industrie moderne ont provoqué un développement parallèle des producteurs d'énergie. Les moteurs à vapeur, les turbo-moteurs, les turbines, les moteurs à gaz, à pétrole ou à alcool, ont été perfectionnés et multipliés dans ces dernières années. Mais tous ces producteurs d'énergie sont de terribles consommateurs de charbon, dont le prix, croissant avec la consommation, fait perdre tout le fruit des économies réalisées par les améliorations successives dans le rendement des moteurs thermiques. C'est pourquoi l'industrie a cherché d'autres sources d'énergie et s'est mise à exploiter la houille blanche, qui s'accumule sur les montagnes et se transporte d'elle-même, sous forme de cours d'eau, pour alimenter les récepteurs hydrauliques.

Certes, l'utilisation des chutes d'eau ne date pas d'hier, mais elle était limitée à un petit nombre d'applications, tant que l'énergie ainsi recueillie ne pouvait être distribuée dans les grands centres de consommation. Il s'est produit une véritable révolution dans ce domaine, dès que, par le moyen des courants électriques, on a pu

transporter et utiliser dans les cités populeuses les forces hydrauliques emmagasinées dans les contrées montagneuses.

Depuis ce moment, les installations hydrauliques ont pris une extension considérable, car il s'agit de mettre à profit des réserves de puissance incalculable, qui peuvent trouver facilement leur emploi aujourd'hui, grâce au progrès merveilleux de la science électrique.

Il y a donc là, pour nos ingénieurs et nos entrepreneurs, un vaste champ à exploiter, et l'on peut dire que si le siècle dernier a été le siècle de la vapeur, le vingtième siècle pourra s'appeler l'âge de la houille blanche.

Les questions de force hydraulique sont donc de plus en plus à l'ordre du jour ; ce précis d'hydraulique répond à un besoin industriel et vient exactement à son heure.

Le livre de M. Busquet n'est ni un ouvrage purement descriptif, à l'usage exclusif des gens du monde, ni un traité didactique, abordable seulement pour les ingénieurs initiés aux spéculations des hautes mathématiques. C'est un précis d'hydraulique appliquée, où sont présentées les théories techniques complètes et tous les calculs utiles à l'établissement des moteurs et des chutes hydrauliques, mais sans avoir recours à d'autres opérations qu'à celles de l'arithmétique et des premiers livres de la géométrie.

Son but a été de mettre la science de l'industrie hydraulique à la portée de tous les techniciens, ingénieurs, architectes et entrepreneurs, qui peuvent être appelés à étudier et exécuter les installations de cette nature.

Métallurgie générale, par U. LE VERRIER, ingénieur en chef des mines, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers. Volumes grand in-8 (25 × 16), se vendant séparément. Librairie Gauthier-Villars, quai des Grands-Augustins, 55, à Paris (6^e).

M. Le Verrier, ingénieur en chef au corps des mines, professeur de physique à l'École des Mines et de Métallurgie au Conservatoire des Arts et Métiers, entreprend une publication considérable sur la

métallurgie. Deux ouvrages sont déjà parus, et, bien qu'ils forment une œuvre spéciale, il est utile de faire connaître à quel ensemble futur ils se rattachent.

La métallurgie joue un rôle dans l'industrie, ses progrès ont été si rapides dans le dernier quart de siècle, qu'il faut prendre son parti de rester en arrière si l'on ne renouvelle pas incessamment le rayon de sa bibliothèque qui la concerne. Mais encore faut-il que les sujets en lesquels la métallurgie se divise soient distinctement traités, si l'on ne veut pas perdre un temps précieux dans les recherches qui la concernent. Cette idée a guidé l'auteur dans le programme de son premier ouvrage et le guidera encore par la suite. *L'Étude technique de la chaleur*, avant les spécifications qui viendront en leur temps, devait d'abord occuper les ingénieurs, jeune ou vieux, qui savent qu'il faut procéder par étapes pour arriver aisément au but.

Procédés métallurgiques et études des métaux. Minerais. Séchage. Calcination. Grillage. Opérations extractives. Fusion et affinage. Thermo-chimie. Installations accessoires. Essais mécaniques. Action de la chaleur. Métallographie. Alliages. Annexes. Un volume grand in-8 (25 × 16), de 403 pages, avec 194 figures ; 1905. 12 fr.

Dans ce volume, l'auteur s'est attaché, tout en exposant les principes généraux de la métallurgie, à donner plus de détails sur les progrès relativement récents et sur les questions à l'ordre du jour ; il a insisté surtout sur celles qui ont un intérêt général, celles qui se rapportent exclusivement à la métallurgie du fer devant être traitées dans un autre volume.

La première partie traite des procédés métallurgiques. Dans le premier chapitre (*Minerais*), on trouvera des indications sur les procédés d'échantillonnage mécanique, sur les nouveaux procédés de préparation, sur l'agglomération des minerais. Dans les trois chapitres suivants, traitant des opérations métallurgiques, on trouvera des détails sur les différents types, si variés aujourd'hui, de fours de grillage automatiques, sur l'utilisation des gaz de

grillage, sur les dispositifs les plus récents des fours à cuve, sur la fusion pyriteuse, sur l'agrandissement progressif des fours à réverbère dans les usines à cuivre d'Amérique, sur l'emploi des fours électriques, etc. Le cinquième chapitre traite des applications de la thermochimie à la métallurgie. Le sixième chapitre, consacré aux installations accessoires, contient, entre autres sujets d'actualité, des indications sur les nouveaux ventilateurs centrifuges à hautes pressions, sur les procédés mécaniques de manutention et de transport dans les usines.

La deuxième partie (*Étude des métaux*) contient l'exposé sommaire des méthodes récentes de la métallographie. Dans le premier chapitre, consacré aux essais mécaniques, une large place a été faite aux recherches récentes sur les essais de fragilité. Le deuxième chapitre traite de l'action de la chaleur, des essais à chaud, de l'étude des courbes de refroidissement, etc. Le troisième chapitre est consacré à la métallographie microscopique; on y trouve le résumé des méthodes d'observation, la définition des types de structure et leur rapport avec les conditions de travail. Le quatrième chapitre traite des alliages et résume les résultats des travaux les plus récents sur cette question.

Table des Matières.

1^{re} PARTIE. **Minerais et procédés métallurgiques.** CHAP. I. *Minerais.* Définition. Propriétés physiques. Propriétés chimiques. Minerais oxydés. Fusion réductive. Minerais sulfurés. Procédés de traitement. Richesse d'un minerai. Fusibilité. Valeur d'un minerai. *Échantillonnage.* Prise d'eau. Échantillonnage mécanique. Essais. Transport. *Préparation mécanique.* Triage. Limite de l'enrichissement. Emplacement des ateliers de lavage. Procédé Ellmore. Triage magnétique. Broyage. Concassage. Prix de revient. *Agglomération.* Utilité de l'agglomération. Agglomération par cuisson. Agglomérants minéraux. Agglomération par le charbon. Machines à agglomérer. — CHAP. II. **Séchage. Calcination. Grillage.** Exposé. *Séchage.* Avantages du séchage. Divers modes de séchage. *Calcination.* Considérations générales. Fours de calcination. *Grillage.* Considérations générales. Réactions. Principes généraux. Classification des appareils. Fours à foyers spéciaux. Fours à réverbère. Avantages et incon-

vénients des réverbères. Fours à moufle. Fours automatiques. *Fours à sole fixe*. Four O'Harra. Four Pearce. Four Brown. Four Keller. Fours à soles circulaires. *Fours à sole mobile*. Dispositions générales. Four Blake. *Fours rotatifs*. Dispositions générales. Four Brückner. Fours Howel et dérivés. Four rotatif à moufle. Résultats généraux des fours automatiques. Fours mixtes. Fours sans foyers spéciaux. Grillage en tas. Stalles et cases. Fours à cuve. Fours coulants pour menus. Fours à tablettes. Fours à tablettes chauffées pour blende. Fours à tablettes automatiques. Utilisation des gaz. Grillages spéciaux. Grillage chlorurant. Grillage par la vapeur. Production d'acide sulfurique. Procédés de contact. Purification. — CHAP. III. **Opérations extractives. Traitement des minerais par voie sèche et par voie humide. Procédés électriques.** Exposé. *Scorification*. Scories. Formule de silicates. Silicates multiples. Variation de la fusibilité. Silicates acides et basiques. Scories et laitiers. Fondants. Fondants métalliques. Emploi des scories. *Fours de fusion*. Comparaison des fours à cuve et des fours à réverbère. Traitement des menus. **Fours à cuves.** Utilité des allures rapides. Forme des fours. Production. Rapport de la production à la section. Rapport de la pression à la hauteur. Rapport de la pression au diamètre. Consommation de combustible. Limite de l'agrandissement des fours. Dispositions pour la coulée. Creusets fermés. Siphon. Fours à creusets séparés. Mode de construction. Aménagement du gueulard. **Fours à réverbère.** Considérations générales. Fours anciens. Grands fours modernes. Consommation de combustible. **Fours à creusets.** Condition d'emploi. Consommation de combustible. *Réduction*. Classement des métaux. Métaux irréductibles. Métaux réfractaires. Métaux moyennement réductibles. Métaux facilement réductibles. Métaux inoxydables. Réduction par le carbone. Réduction par les gaz. Production de la chaleur. Absorption de la chaleur. Composition du lit de fusion. Réduction au four à cuve. Phases successives de la transformation des minerais. Transformation du courant gazeux. Conditions d'une bonne marche. Emploi de l'air chaud. Lit de fusion. Chargement. Conduite du four. Causes de déchet. Contrôle de la marche. Combustibles employés. Frais. Réduction au réverbère. Ressuage. Réduction en vase clos. *Traitement des sulfures*. Grillage et réduction. Fonte pour mattes. Composition du lit de fusion. Fonte au réverbère. Fonte au four à cuve. Fusion pyriteuse. Fontes avec réduction partielle. Traitement des sulfures complexes. Rôtissage. Traitement pneumatique. Succession des réactions. Convertisseurs. *Distillation*. Exposé. Extraction du mercure. Extraction du zinc. Distillations au four à cuve. Distillation oxydante. Procédés Chatillon.

Traitement des minerais au zinc et plomb. *Procédés électriques*. Réduction au four à arc. Électrolyse à chaud. Procédé mixte. *Procédés par voie humide*. *Électrolyse*. Conditions économiques. Traitement des minerais de cuivre. Procédés Sébillot. Extraction des métaux précieux. Électrolyse appliquée aux minerais. — CHAP. IV. **Fusion et affinage**. *Fusion*. Fusion au creuset. Fours oscillants. Fusion au réverbère. Cubilot. Utilisation de la chaleur. Fusion électrique. Fours à résistance. Fours à courant induit. Liquation. Distillation. *Affinage*. Principes de l'affinage par fusion. Raffinage. Conduite du travail. Frais. Action de la sole. Affinage du fer. Procédé Martin. Fours à voûte ou sole mobile. Fours oscillants. Fours à marche semi-continue. Affinage pneumatique. Affinage au creuset. *Affinage par électrolyse*. Affinage par voie humide. Principe de l'affinage électrolytique. Loi des courants. Conditions de marche. — CHAP. V. **Thermo-Chimie. Rendement thermique des fours**. Principes généraux. Calcul des chaleurs de réaction. Influence des températures. Influence des masses. Équilibres chimiques. Actions de présence. Applications pratiques. Étude du bilan thermique. Pertes diverses. Détermination des poids. Détermination des chaleurs. Conclusion pratique. Exemples. Exemples de rendement du four électrique. — CHAP. VI. **Installations accessoires**. *Souffleries et conduites*. Ventilateurs. Ventilateurs centrifuges. Ventilateurs volumogènes. Machines soufflantes. Comparaison des différents systèmes de soufflerie. Réglage du vent. Mesure de la vitesse des courants. Jaugeage exact. Dimensions des conduites. Puissance des souffleries. *Condensation des poussières*. Exposé. Captation des poussières. Purification des gaz des hauts fourneaux. *Manutention*. Transporteurs et convoyeurs. Emmagasinage des matières. Déchargeur Wehling. Alimentation des fours. Convoyeurs. Courroies porteuses. Tabliers métalliques. Transporteurs à couloirs. Convoyeurs à secousses. Résultats économiques. Chargement des fours. Chargement par la voûte. Chargement latéral. Machine Weillmann. Chargement des fours à cuve. Chargement des fours à cornues. Appareils de coulée. Procédés ordinaires. Machines à couler. Machine Walker. Machine Ramsay. Commande des moteurs. Transmissions électriques. Emploi des moteurs à gaz.

N^o PARTIE. ÉTUDE DES MÉTAUX. CHAP. I. **Essais mécaniques**. Exposé. *Essais de traction*. Machines d'essai. Machines à levier. Machines à manomètre. Machines à contrepoids flottant. Mesure de l'allongement. Limite d'élasticité apparente. Enregistrement des allongements. Élasticité. Attache des éprouvettes. Tarage des machines. Dynamomètres. Cassure. Préparation des éprouvettes. Striction. Travail de rupture. Limite

élastique. Défauts d'homogénéité. Modification du métal pendant l'essai. Effet de l'écroutissage. Effet du recuit. Conclusions. *Essais divers*. Essai de flexion. Interprétation de l'essai. Épreuve du pliage. Essais au poinçonnage. Essais à la compression. Dureté. Méthode de Brinnell. *Essais au choc*. Épreuve au mouton. Caractère empirique des procédés ordinaires. Épreuve par des chocs gradués. Emploi de barrettes entaillées. Forme et disposition des entailles. Résultats pratiques. Essai au choc par traction. Méthode de M. Pérot par enregistrement photographique. Interprétation des courbes. Résultats pratiques. Propriétés générales des métaux. — CHAP. II. **Action de la chaleur**. Essais à chaud. Essais au choc. Résultats des essais. Effets du chauffage. Travail des métaux. Effets des du recuit. Effet de la trempe. Trempe en coquille. Changements allotropiques. Courbes de refroidissement. Interprétation des expériences. — CHAP. III. **Métallographie**. Études micrographiques. Éclairage des échantillons. Microscope de Le Chatelier. Éclairage par la photographie. Préparation des échantillons. Aspect des plaques dépolies. Polissage en bas-relief. Corrosions chimiques. Coulée sur plaques. Signification des images obtenues. Diagnostic des éléments. Étude des structures. Structures homogènes. Structure granitique. Cristallites. Structure cellulaire. Structure lamellaire. Structures complexes. Dimension des grains. Structures submicroscopiques. Difficultés d'interprétation. Structures hétérogènes. Structure porphyrique. Cristaux négatifs et inclusions. Structures artificielles. Effets du travail. Effets du recuit. Principes des traitements thermiques. Application pratique de la métallographie. — CHAP. IV. **Alliages**. *Généralités*. Intérêt industriel des alliages. Difficulté d'une étude rationnelle. Variation des propriétés physiques. Combinaisons définies. Étude des cristaux. Courbes caractéristiques des alliages binaires. *Propriétés physiques*. Mesure de la fusibilité. Alliages instables. Courbe de fusibilité des alliages. Classement des alliages d'après les courbes de fusibilité. Premier genre. Deuxième genre. Alliages eutectiques. Formes anormales du deuxième genre. Troisième genre. Quatrième genre. Cas exceptionnels. Lacunes de cette méthode. Liqurations. Mesure de la résistance électrique. Forme des courbes de conductibilité. *Propriétés mécaniques*. Variation des propriétés mécaniques. Séries entièrement malléables. Série comprenant des termes non malléables. *Structure microscopique des alliages*. Types de structure. Séries du deuxième genre. Influence des magma sur la cristallisation. Structure des eutectiques. Séries du troisième genre. Alliages avec les métalloïdes. *Alliages ternaires*. Importance des alliages multiples. Mode de représentation graphique. Propriétés générales.

Principaux types industriels. *Fabrication des alliages*. Procédés ordinaires. Moyens d'assurer l'homogénéité. Effets de l'oxydation. Raffinage. *Métaux complexes*. Distinction des alliages et des métaux complexes. Influence générale des impuretés. Emploi spéciaux des métaux purs. Action spéciale de certains corps. Corps agissants. Corps durcissants. Relation entre ces propriétés et le volume atomique. Corps adoucissants. Action mutuelle des impuretés. Photogrammes. Annexes.

La Picardie et les régions voisines Artois, Cambrésis, Beauvaisis, par Albert DEMANGEON, ancien élève de l'École Normale Supérieure, docteur ès lettres, chargé de cours de géographie à l'Université de Lille. Un vol. in-8° raisin de 500 pages, 42 figures dans le texte, 34 photographies hors texte, 3 cartes hors texte en noir et en couleur, broché, 12 fr. — Librairie Armand Colin, rue de Mézières, 5, Paris.

Ce livre se propose l'étude géographique d'un pays de la France, la Picardie, et des pays voisins, Artois, Cambrésis, Beauvaisis, qui s'y rattachent par leur physionomie physique.

Il embrasse cette région naturelle de la France qu'on peut appeler la Plaine Picarde et qui, de tous côtés, fait front à des régions différentes : aux pâtures de la Thiérache, du Boulonnais et du Bray, aux plaines industrielles de la Flandre, aux plateaux boisés qui s'étendent aux approches de Paris. Partout, de Beauvais à Arras et à Cambrai, d'Abbeville à Saint-Quentin et à Laon, la Plaine Picarde s'offre aux yeux avec le même relief, les mêmes rivières, les mêmes sols, les mêmes cultures, les mêmes villages, en un mot avec tous les caractères qui marquent une réelle originalité géographique : un relief calme qui se poursuit en de larges ondulations uniformes ; d'épaisses assises de craie blanche souvent cachées sous un manteau jaunâtre de limon ; des eaux rares qui s'écoulent lentement sur le fond tourbeux des vallées ; des vallons secs transformés en torrents par les orages ;

une terre fertile, presque dépourvue de végétation arborescente, couverte de champs et de moissons : de gros villages agricoles pressant fermes et granges au centre de leur terroir ; un peuple de moyens et de petits propriétaires attachés au sol depuis des siècles ; des voies de communication faciles et nombreuses le long desquelles se sont établies des industries issues du sol par leur matière première et leur main-d'œuvre ; des villes, petites pour la plupart, qui sont plutôt de gros marchés ruraux que des agglomérations urbaines.

Ce pays presque plat, qui ne tente peut-être pas les touristes amoureux de grandiose, n'est pas moins riche qu'un autre en phénomènes physiques qui sollicitent la curiosité ; on les y rencontre aussi nombreux, mais à une échelle plus réduite. Ici, comme ailleurs, les plissements du sol ont déterminé les lignes directrices du relief et de l'hydrographie. Un climat extrêmement nuancé y crée la possibilité d'un riche paysage agricole ; au sein d'une atmosphère, instable à tout moment sans cesser d'être clémente, se succèdent à travers les saisons mille circonstances diverses de température et d'humidité qui se reflètent dans les phases et les variétés de la vie des champs. Nulle part on n'observe de contraste plus intéressant entre des vallées humides et marécageuses où la nappe souterraine s'écoule en sources d'eau fraîche, et des plateaux secs d'où l'eau paraît s'enfuir. Pour compléter ce tableau, une région basse d'alluvions, le long de la côte, vient apporter l'illusion d'une petite « Hollande » en plein pays picard.

Mais la plus grande originalité de cette terre, c'est que nulle part on ne trouve, dans le dessin du paysage géographique, une coopération plus intime et plus profonde de l'élément naturel et de l'élément humain. Nulle part peut-être l'homme n'est devenu à la longue un agent géographique plus efficace, plus énergique. Sur le bord de la mer, la culture a conquis les champs inondés et fixé les sables. Sur les plateaux, des forêts qui couvraient une partie du sol il ne reste que des lambeaux ; avec le déboisement, les sources ont tari et des rivières ont cessé de couler. Partout la terre, sinon créée

tout entière, a été régénérée à force d'ingéniosité et de travail ; le sol domestiqué apprend à nourrir des plantes étrangères ; l'élevage chasse la culture de ses terroirs traditionnels ; des landes portent des moissons. Dans ce pays sans relief, les chemins, les canaux, les voies ferrées propagent les échanges et surprennent la routine. De Flandre et d'Angleterre, les exemples sont venus d'autres procédés, d'autres instruments. Pays ouvert, pays foulé aux pieds, sol retourné et fécondé, on n'en reconnaît parfois plus la figure primitive que sous l'habillage des œuvres humaines. C'est, en fin de compte, par l'association de ces deux éléments naturel et humain que la Plaine Picarde a conquis sa personnalité géographique.

Extrait de la table.

CHAP. I. — Excursions autour de la région de craie du Nord de la France. — La Thiérache. — Le pays minier. Le Bas-Bas. Le Bas-Bouloonnais. — Le Bray. Les « Montagnes » tertiaires.

CHAP. II. — La structure du sol. — L'évolution géographique. — La tectonique du sol.

CHAP. III. — Les matériaux du sol. La craie. — Les caractères généraux de la craie. — Les variétés de craie.

CHAP. IV. — Les matériaux du sol. L'argile à silex. Les témoins tertiaires. Les limons.

CHAP. V. — Le climat. — Les influences générales. — L'aspect des saisons.

CHAP. VI. — L'hydrographie et ses conditions naturelles. — L'histoire des vallées. — L'hydrologie de la craie. — Les sources de la craie. — Les marais.

CHAP. VII. — L'hydrographie et le milieu humain. — L'eau sur les plateaux. — L'eau dans les vallées. — Moulins et usines hydrauliques.

CHAP. VIII. — La côte : Les Bas-Champs et les estuaires. — Les conditions naturelles de la côte. — La défense des Bas-Champs. — L'exploitation du pays.

CHAP. IX. — Géographie agricole. La culture. — La conquête du sol par la culture. — Les produits de la culture : les céréales, lin, chanvre, colza, œillette, tabac, chanvre.

CHAP. X. — Géographie agricole. **Le bétail. Les arbres fruitiers.** — Le bétail : le mouton, le cheval, le porc et la vache. — Les arbres fruitiers : la vigne et le pommier.

CHAP. XI. — **Les industries urbaines.** — Les origines locales de l'industrie textile. — Les fabriques déchues : Beauvais, Arras, Abbeville, Cambrai. — La fabrique de Saint-Quentin : les toiles, les étoffes de coton. — La fabrique d'Amiens : les étoffes de laine.

CHAP. XII. — **Les industries campagnardes.** — Origine et développement des industries campagnardes : les tisseurs d'étoffes de laine, de toile ; les serruriers du Vimeu, etc. — Répartition actuelle des industries campagnardes : la serrurerie du Vimeu, les grosses toiles de Basse-Picardie, les articles d'Amiens, etc.

CHAP. XIII. — **Relations économiques et voies de commerce.** — Relations économiques : avec Paris, la France et l'Angleterre. — Voies de commerce : les voies de terre, voies romaines ; les voies d'eau : la Somme, le canal de la Somme, le canal de Saint-Quentin ; les voies de fer ; le transit international.

CHAP. XIV. — **L'établissement humain : le champ.** — Les communaux : pâtures communales. — Les propriétés : le morcellement du sol. — Les exploitations.

CHAP. XV. — **L'établissement humain : maisons, villages, bourgs et villes.** — Les maisons : la ferme picarde. — Les villages : la position des villages ; l'attraction de la terre. — Les bourgs et les villes ; la position des villes ; les villes de défense dans les vallées et sur les hauteurs.

CHAP. XVI. — **L'élément humain.** — La répartition de la population. — La dépopulation des campagnes. — Les courants humains.

CHAP. XVII. — **Les divisions territoriales.** — La Picardie. — Le rôle des forêts comme limites des groupements humains : forêts d'Eu, de Bray, de Lyons, de Thelle. Le Silviacum ; la Thiérache ; l'Arrouaise ; la Charbonnière. — Artois, Amiénois, Vermandois, Beauvaisis. — Cambrésis, Boulonnais, Laonnais, Noyonnais. — Les départements.

Cartes hors texte.

Cartes de la répartition des pluies et des écarts pluviométriques. — La Côte de Picardie (carte indiquant les digues construites dans les Bas-Champs depuis le XIII^e siècle). — Carte de la répartition des agglomérations de plus de 500 habitants.

Les éclipses de soleil, instructions sommaires sur les observations que l'on peut faire pendant ces éclipses, et particulièrement pendant l'éclipse totale du 30 août 1905, par G. BIGOURDAN. Librairie Gauthier-Villars, quai des Grands-Augustins, 55, à Paris (6^e). Un volume in-8 (23 × 14) de 167 pages avec 40 figures. 3 fr. 50 c.

Le soleil régit les mouvements des planètes, qu'il gouverne par son attraction ; et, en leur déversant la chaleur et la lumière, il entretient la vie à leur surface. Son action est donc immense : pour la terre en particulier, les mots nous manquent pour en exprimer l'importance.

Le soleil est, en effet, la source de presque toute l'énergie qui existe sur la terre ; il est aussi le grand régulateur de nos climats, par sa chaleur directe d'abord, puis parce qu'il imprime à notre atmosphère ses mouvements généraux. Cela suffit à montrer l'importance que présente pour nous l'étude du soleil.

Mais il y a d'autres raisons d'ordre plus pratique : ainsi, certaines observations semblent prouver que la chaleur solaire n'est pas toujours la même ; divers phénomènes dont le soleil est le siège, ses taches par exemples, sont soumis à des périodes réglées que nous commençons de connaître ; or ces taches paraissent être en relation avec les pluies, les orages, etc ; par là on entrevoit donc la possibilité de prévoir des changements météorologiques dont la connaissance anticipée présenterait d'énormes avantages pour l'agriculture, par exemple, et pour les industries qui en dépendent : ce point de vue seul suffit sans doute à justifier les efforts de la science pour résoudre le problème solaire.

D'ailleurs beaucoup d'autres phénomènes terrestres paraissent avoir également des périodes en relation avec celle des taches solaires.

A un autre point de vue, la même étude est encore de première importance : on sait, en effet, aujourd'hui que notre soleil est une étoile, et non des plus brillantes, une simple unité dans une multi-

tude ; mais elle est de beaucoup la plus voisine de nous ; c'est elle que nous pouvons le mieux étudier : lorsque nous connaissons son mode de formation et le mécanisme de son fonctionnement, nous aurons des connaissances à peu près aussi étendues sur un grand nombre des étoiles qui peuplent le ciel. Aussi peut-on dire que, sous ce rapport, l'étude du soleil est le problème capital de l'astronomie physique.

Ce que nous voyons ordinairement du soleil n'est qu'une fraction de sa masse entière ; et c'est uniquement pendant la courte durée des éclipses totales de soleil que nous pouvons apercevoir son atmosphère, plus volumineuse que le globe lui-même.

Or, cette atmosphère est la partie la plus accessible à nos instruments ; en outre, elle est comme le reflet des phénomènes qui se produisent dans la masse interne, et que nous ne pouvons saisir directement. Aussi les observations faites pendant les éclipses totales ont beaucoup avancé nos connaissances sur la constitution du soleil. En outre, certains phénomènes notés alors ont conduit à imaginer le moyen de les apercevoir en tout temps.

Aussi des comités scientifiques spéciaux ont été créés pour éclairer les gouvernements, pour guider les observateurs et coordonner leurs efforts ; et aujourd'hui les éclipses totales de soleil sont observées avec le plus grand soin par des missions venues de tous les pays civilisés, armées des instruments les plus puissants et les plus perfectionnés.

Au moment où une éclipse totale d'assez longue durée va, au mois d'août de cette année, se produire pour ainsi dire à nos portes, il nous a paru utile d'énumérer les observations variées auxquelles se prêtent les éclipses de soleil, et particulièrement les éclipses totales. Certaines de ces observations ne se rapportent qu'indirectement à l'astronomie ; nous les indiquerons cependant, parce qu'elles ont leur utilité propre, et parce qu'elles peuvent se faire à l'œil nu ou à l'aide d'instruments simples et peu coûteux ; par suite elles sont de nature à intéresser un grand nombre d'observateurs.

Pour les importantes observations à faire sur la couronne, et qui seront entreprises surtout par des missions puissamment organisées, nous ne pouvons nous proposer que d'en donner une idée générale.

Table des matières.

Introduction. Rôle du Soleil dans l'Univers. Importance de son étude. Importance que présente l'étude de la couronne. Comités scientifiques. Indications pratiques diverses (choix du programme, du lieu d'observation, etc.). Eclipses de Soleil. Parallaxes, distances et diamètres du Soleil et de la Lune. Ombre et pénombre de la Lune. Zone de totalité. Sur l'éclipse du 30 août 1905. Plus grande durée possible d'une éclipse totale. Modes divers d'observation. Verres noirs et verres fumés, etc. Couronne solaire, ses diverses parties. Nombre moyen d'éclipses. Faible durée du temps d'observation en éclipse totale. — **Observations à faire pendant l'éclipse partielle.** Visibilité de la Lune en dehors du Soleil. Erreurs de prédiction des éclipses de Soleil à diverses époques. Observations des heures des contacts. Emploi des montres à chronographe. Observation des contacts près des limites de la totalité. Heures des contacts déduites de la longueur de la corde commune, mesurée directement ou par la photographie. Occultation de taches solaires et de facules par la Lune. Goutte noire. Action d'une atmosphère hypothétique de la Lune. Obscurité du disque de la Lune. Liséré brillant au bord concave du croissant lumineux. Examen, au spectroscopie, de ce bord concave. Forme des cornes du croissant solaire. Définition des deux bords du croissant. Visibilité des parties de la Lune qui se projettent hors du Soleil. Aspect des ombres pendant l'éclipse. Forme des taches lumineuses produites par de petites ouvertures. Variation de la lumière et de la chaleur pendant l'éclipse partielle. Teinte de l'atmosphère et des objets terrestres pendant l'éclipse partielle. Trainées brillantes accompagnant le croissant lumineux. Parhélies et rayons au voisinage de la totalité. Couleur de l'atmosphère et des nuages au voisinage de la totalité. Nuages irisés et arcs colorés. Franges mobiles observées sur le croissant lumineux. Ombres mobiles, ombres volantes (Shadow Bands). Manière de les observer. Grains de chapelet ou de Baily (Baily's Beads). Rayons en brosse implantés dans le croissant lumineux quand il est très mince. Visibilité des étoiles avant et après la totalité. Visibilité des protubérances avant et après la totalité. Visibilité de la couronne solaire en dehors de la totalité. Arrivée de l'ombre de la totalité. Descente apparente du ciel au moment de la totalité. — **Observations à faire pendant**

l'éclipse totale. Questions à poser aux simples spectateurs. *Représentations de la couronne : dessin et photographie.* Sur l'importance des dessins de la couronne. Manière de faire les dessins de la couronne à l'œil nu. Emploi d'un disque pour cacher le Soleil et les parties basses de la couronne. Dessins de la couronne au moyen d'une lunette. Couleurs de la couronne. Couleurs des protubérances. Mouvements rapides de la couronne. Forme de la couronne. Sa variabilité lente. Sur la photographie de la couronne en général. Clarté des objectifs ; action photographique et durée de pose. Mise au foyer des objectifs. Détermination de l'orientation de la plaque. Photographie de la couronne intérieure. Emploi de coelostats ou d'héliostats ; avantages et inconvénients. Photographie de la couronne extérieure. Moyen de rendre plus facilement visibles les parties extrêmes des aigrettes. Influence de la lumière diffusée par l'atmosphère. Son élimination au moyen d'écrans colorés. Conditions d'emploi de lunettes fixes. Durées de pose. Vague des indications tirées des éclipses passées. Photographie des protubérances. *Eclat du ciel et de la couronne. Déterminations photométriques.* Eclat du ciel pendant la totalité. Eclat de l'horizon pendant la totalité. Obscurité générale de la totalité. Mesure de l'éclat du ciel pendant la totalité. Mesures photométriques de l'éclat du ciel. Photomètre d'Eastman. Emploi de photomètres dérivés de celui de Bunsen. Mesures actinométriques de l'éclat du ciel pendant la totalité. Eclat de la couronne en général. Incertitudes sur un éclat global. Mesure de l'éclat global de la couronne. Eclat relatif des diverses parties de la couronne. Obscurité du disque de la Lune pendant la totalité. Lueurs aperçues à la surface de la Lune pendant la totalité. Visibilité de la lumière zodiacale. Astres visibles à l'œil nu pendant l'obscurité des éclipses totales. *Spectroscopie de la couronne.* Sur la spectroscopie en général. Éléments du spectroscopie. Prisme objectif. Chambre prismatique. Spectroscopie intégrant. Spectroscopie analyseur. Téléspectroscopie. Spectre : ses diverses parties. Appareils et méthodes appropriées à l'étude de ces diverses parties. Spectre de la couche renversante. Spectre éclair ; son étude. Spectre visuel de la couche renversante. Son spectre ultra-violet et son spectre infra-rouge. Spectre de la chromosphère et des protubérances. Spectre visuel de la couronne. Raie verte. Spectre ultra-violet de la couronne. Spectre infra-rouge de la couronne. Rayonnement calorifique. Rotation de la couronne autour de l'axe du Soleil. *Polarisation de la lumière de la couronne.* Discordances des anciennes observations. Précautions exigées par ces observations. Appareils divers. Influence de la polarisation atmosphérique. Rare emploi de polarimètres. Emploi de la photographie. Polarisation elliptique. Résultats généraux et leur explication. *Observations*

diverses. Recherche de planètes intra-mercurielles. Observations photométriques de Mercure et de Vénus. Effets des éclipses totales de Soleil : sur les hommes ; sur les animaux ; sur les plantes. Influences météorologiques des éclipses de Soleil : baromètre ; vent de l'éclipse ; thermomètre et hygromètre ; actinométrie. Variations du magnétisme terrestre. Variations de l'état électrique, de l'ionisation et de la radioactivité de l'atmosphère. — NOTE I. Epoque des maxima et des minima des taches solaires. — NOTE II. Tableau de toutes les éclipses de Soleil de 1846 à 1954. — NOTE III. Eléments de l'éclipse de Soleil du 30 août 1905. Heures de cette éclipse pour diverses villes de France et des colonies. — NOTE IV. Classification des observations que l'on peut faire pendant les éclipses de Soleil suivant les moyens dont on dispose.

Traité pratique de filature de la laine cardée, par MM.

PRIAULT et THOMAS, honoré d'une souscription du Ministère du Commerce. Ouvrage de 350 pages et 182 figures inédites. Prix : 15 fr. broché, 17 fr. toile anglaise.

Il n'existe aucun ouvrage récent traitant de la filature de la laine cardée et plus spécialement de la description et du réglage des métiers à filer modernes, métiers alternatifs et métiers continus. En entreprenant la tâche qu'ils ont menée à bien, les auteurs du présent traité pratique de filature de la laine cardée ont donc comblé une lacune souvent constatée par les hommes du métier, qui sauront apprécier l'œuvre de MM. Priault et Thomas.

Le traité de filature de la laine cardée est bien véritablement pratique ; il n'y a qu'à le parcourir pour être immédiatement frappé de l'esprit de méthode et de logique dans lequel il a été conçu et mis au jour.

Le métier à filer Self-acting ou renvideur, un des outils les plus merveilleux qui soient sortis du cerveau humain, renferme une multiplicité d'organes qui en rend la marche et le réglage obscurs pour qui n'en a pas disséqué chaque pièce une par une, pour se rendre compte de sa fonction spéciale dans l'enchevêtrement de l'ensemble.

Cette étude des organes pris séparément, leur description, leur

but, leur réglage, font l'objet d'autant de chapitres, dont le style clair et concis, se complète de figures d'un dessin parfait et d'une exactitude rigoureuse.

Ce livre constituera certainement le vade-mecum de tout directeur de filature, et MM. L. Priault et Ch. Thomas méritent les félicitations les plus vives et les plus sincères.

L'ouvrage comprend trois parties : la première traite du renvideur Self-acting, la deuxième des métiers continus à filer, et la troisième du numérotage, du titrage et des essais des fils cardés.

Il est avant tout pratique : La description de chaque organe est suivie de son fonctionnement et de son réglage ; les figures, très nombreuses, sont presque toutes des croquis d'après nature, qui permettront au lecteur de s'orienter facilement sur le métier ; elles sont accompagnées d'une légende explicative.

Il répond à un besoin certain : C'est le seul *Traité de Filature de la Laine cardée* contenant l'étude des métiers modernes et des derniers perfectionnements sortis de la période des essais. Aussi, a-t-il reçu le meilleur accueil de la *Société Industrielle d'Elbeuf* et de la *Chambre Syndicale des Filateurs et Effilocheurs de Laine* de la région normande. Le Ministère du Commerce vient de l'honorer d'une souscription importante.

Résumé de la table des matières.

Définitions. — Historique sommaire. — Classification : Métiers alternatifs et métiers continus.

I — MÉTIERS ALTERNATIFS.

1^o Métiers demi-automatiques ; 2^o Métiers automatiques (type : renvideur Self-acting).

RENVIDEUR SELF-ACTING (SYSTÈME PLATT).

Les principaux mécanismes. — Etude méthodique du renvideur :

PREMIÈRE PÉRIODE. — *Sortie du chariot*. — Sortie proprement dite du chariot ; organes de commande. — *Alimentation* ; organes limitant l'alimentation ; compteur de finesse. — *Torsion*. — *Étirage* ; moyens employés pour modifier l'intensité de l'étirage.

PREMIÈRE ÉVOLUTION : *Rôle de l'arbre à deux temps.*

DEUXIÈME PÉRIODE. — *Torsion supplémentaire.* — Étude du chariot. — Nombre de tours et calculs de torsion. Rentrée légère du chariot.

DEUXIÈME ÉVOLUTION. — *Compteur de torsion* (système Gosselin).

TROISIÈME PÉRIODE. — *Dépointage.* — Dépointage proprement dit. — Virgule. — Levier de liaison. — Baguette. — Contrebaguette. — Réglage complet du mécanisme de dépointage. — Empointage et dépointage.

TROISIÈME ÉVOLUTION. — *Rôle du levier de liaison.* — Embrayage du mécanisme de renvidage. — Débrayage du dépointage et embrayage des scrolls de rentrée. — Libération du crochet de retenue. — Débrayage du compteur de torsion.

QUATRIÈME PÉRIODE. — *Renvidage.* — Rentrée du chariot. — Du renvidage. — Secteur ; théorie, tracé ; maniement pratique. — Des organes assurant la forme de la bobine : Règle ; son tracé. Platines ; leur tracé. Variations et défauts dans la forme de la bobine ; grosseur des bobines, dureté des bobines. Copping-Plate.

QUATRIÈME ÉVOLUTION. — *Rôle de l'arbre à deux temps.* — Tableau de marche et de fonctionnement du Self-acting. — Mécanismes d'arrêt et de sécurité. — Construction d'un renvideur. — Montage et installation d'un renvideur. — Récentes améliorations apportées au Self-acting. — Surproducteur ; Description, fonctionnement et réglage. — Piston amortisseur du choc des bascules. — Des cordes, épissures, nœuds et boucles. — Rattachage et rattacheurs. — Manière d'opérer la levée. — Réglage du métier pour différents genres de filature.

II. — MÉTIERS CONTINUS.

Notions générales. — Historique sommaire. — Principe des métiers continus. — Classification des métiers continus à carder.

1^o MÉTIER CONTINU A ANNEAUX : TYPE CÉLESTIN MARTIN (VERVIERS). — Commande générale du métier. — *Alimentation.* — *Étirage* ; bobinots ; calculs de livraison ; bascules régularisatrices d'étirage. — *Torsion* : plates-bandes porte-anneaux ; anneaux, curseurs ; numérotage des curseurs ; calculs de torsion ; dispositif permettant l'arrêt individuel de chaque broche. — *Renvidage* : formation de la bobine, excentrique ; commande de l'excentrique. — Commande du chariot ; grosseur des bobines ; manière d'opérer la levée.

2° MÉTIER CONTINU A ANNEAUX : TYPE ALEXANDRE ET ANTOINE, HARACOURT (ARDENNES). — Description générale. — *Alimentation*. — *Etirage*; bobinots; commande des tambours de bobinots; passage de la corde; graissage des tubes de torsion morte; calculs de livraison. — *Torsion*: Anneaux, plates-bandes porte-anneaux; curseurs, broches; description et commande; passage de la corde de torsion; calculs de torsion. — *Renvidage*: formation de la bobine, excentrique: tracé et commande; grosseur de la bobine; rochet; manière d'opérer la levée; changement du métier de chaîne en trame.

3° MÉTIER CONTINU A AIGUILLES DE LA SOCIÉTÉ ANONYME VERVIÉTOISE (VERVIERS). — Description générale. — *Alimentation*. — *Etirage*; cylindres cannelés à écartement variable; bobinots; commande; calculs de livraison. — *Torsion*: curseurs équilibrés ou aiguilles. — Numérotage et poids des aiguilles. — Broche. — Calculs de torsion. — *Renvidage*: formation de la bobine; grosseur des bobines; rochet; réglage; manière d'opérer la levée. — Des essais d'anneaux mobiles. — Montage, entretien, soins d'un continu. — Rattachage et conduite du métier. — Comparaison des méthodes de filage alternatif et continu aux points de vue suivants: possibilité de filage; production; qualité; aspect; résistance du fil; possibilité de foulage; emplacement; force motrice; éclairage; chauffage; entretien; réparations; main-d'œuvre.

INSTALLATIONS SUPPLÉMENTAIRES NÉCESSAIRES A LA BONNE MARCHÉ D'UNE FILATURE. — Chauffage, ventilation, humidification, service d'incendie. — Tubes, tuyaux, busettes employés aux métiers à filer.

III. — NUMÉROTAGE, TITRAGE ET ESSAIS DES FILS CARDÉS.

Numérotage et titrage des fils cardés dans différents pays. — Manière d'échantillonnage. — Romaine de filature. — Romaines micrométriques. — Numérotage des retors et moulinés. — Tolérance dans le taux des fils. — Vérification de la torsion. — Torsiomètres. — Essais de la résistance et de l'élasticité. — Dynamomètres. — Observations générales sur la filature du cardé.

Vient de paraître comme Supplément au *Mois Scientifique et Industriel* l'**Économique dans la Chaufferie**. Vendu séparément 2 fr.

L'installation et la conduite d'une chaudière semblent chose facile à première vue. Mais à notre époque de concurrence à outrance, il faut rechercher l'économie partout.

Ce *Manuel pratique* montrera les économies considérables que l'on peut faire par l'installation rationnelle d'une chaufferie d'après les perfectionnements réalisés dans ces dernières années, qui rendent la conduite de la chaudière des plus commodes en évitant les pertes qui, à première vue, sont insignifiantes, mais se répètent toutes les heures pendant 300 jours par an.

Ce guide de l'industriel sera indispensable à tous ceux qui possèdent une chaudière ; ils y trouveront beaucoup de renseignements *purement pratiques*, et les moyens pour réduire leurs dépenses de charbon au minimum.

Table des matières.

1^o **Étude pratique de la combustion.** — Comburants et combustibles. — Charbon. — Chaleur spécifique. — Puissance calorifique, température de combustion. — Humidité et chaleur spécifique de l'air, notions de rendement, etc.

2^o **Les causes de perte et leurs remèdes.** — Causes de perte provenant du comburant. — Humidité de l'air et refroidissement produit par l'excès d'air. — Établissement du tirage. — Indicateur du tirage. — Régulateur, accélérateur.

Causes de pertes provenant du combustible. — Humidité et glace dans le charbon. — Emmagasiner du charbon. — Cendres et escarbilles (chaleur spécifique, quantité, etc.), grilles et foyers. — Combustion incomplète. — Distillation, chargement du foyer. — Fumées. — Appareils de chargement automatique (stockers). — Appareils de contrôle de la combustion.

Autres causes de pertes. — Radiation du massif. — Calorifuges. — Séchage. — Chaleur emportée par les fumées. — Utilisation des fumées au chauffage. — Introduction de combustible froid. — Disposition des soutes

à charbon (coal bunkers). — Introduction d'air froid. — Réchauffeur d'air. — Appareils à mesurer la température.

3^o **Étude économique du matériel de chaufferie.** — Discussion pratique de différents types de chaudière. — Prix. — Encombrement. — Usure. — Rendement. — Classification.

Foyers. — Avantage de la circulation. — Appareils pour l'activer. — Alimentation. — Injecteurs. — Petits chevaux. — Surchauffeurs. — Transport de la vapeur. — Réchauffeur d'eau d'alimentation. — Tuyauterie. — Coudes. — Calorifuges.

4^o **Utilisation et emplois pratiques des résidus de la chaufferie.** — Cendre de houille. — Mâchefers et escarbilles. — Suie de houille. — Utilisation des chaleurs perdues par rayonnement. — Utilisation de la vapeur d'échappement. — Récupération des matières lubrifiantes. — Briques et mortier de mâchefer. — Triage et lavage des cendres pour en récupérer le charbon.

BIBLIOTHÈQUE.

Turbines à vapeur, système Brown-Boveri-Parsons. Envoi de la Compagnie électro-mécanique, 11, avenue Trudaine, Paris.

Précis d'hydraulique. La houille blanche. Les lois primordiales. Écoulement des liquides dans les tuyaux de conduits. Écoulements dans les canaux découverts. Les récepteurs hydrauliques (Roues hydrauliques, turbines, etc.). Création d'une chute d'eau. Auteur : M. Raymond Busquet, ingénieur des arts et manufactures, professeur à l'École Industrielle de Lyon, ingénieur de l'éclairage de la ville de Lyon. J.-B. — Baillièrre et fils, éditeurs, 19, rue Hautefeuille, Paris. Don des éditeurs.

Métallurgie générale. Procédés métallurgiques et étude des métaux. Minerais. Séchage. Calcination. Grillage. Opérations extractives. Fusion et affinage. Thermo-chimie. Installations accessoires. Essais mécaniques. Action de la chaleur. Métallographie. Alliages. Annexes. Auteur : M. Le Verrier, ingénieur en chef des mines, professeur au Conservatoire des arts et métiers. — Gauthier-Villars, éditeur, 55, quai des Grands-Augustins, Paris. Don de l'éditeur.

La Picardie et les régions voisines : Artois, Cambésis, Beauvaisis, par Albert Demangeon, ancien élève de l'École Normale Supérieure, docteur ès-lettres, chargé du cours de géographie de l'Université de Lille. Librairie de Armand Colin, 5, rue de Mézières, Paris. Don de l'éditeur.

Annuaire commercial franco-anglais A. Brunshwig et C^{ie}, éditeurs, 60, rue Tiquetonne, Paris. Don des éditeurs.

Recueil de documents sur les accidents du travail réunis par le Ministère du Commerce (Direction de l'Assurance et de la Prévoyance sociales), N° 15, Répertoire bibliographique sur la législation relative aux accidents du travail, par M. A. Daguin, juge de paix à Lille (juin 1904). Berger-Levrault et C^{ie}, éditeurs, 5, rue des Beaux-Arts, Paris et 18, rue des Glacis, Nancy. Don de M. Daguin.

Bulletins de la Geological Survey Western Australia. Bulletins Nos 2-3-5-6-7-8-9-10-11-12-13-15.

Guide Michelin 1905. France, Algérie et Tunisie. Envoi de l'Association générale automobile, 8, rue de la Concorde, Paris.

Les éclipses du soleil. Instructions sommaires sur les observations que l'on peut faire pendant les éclipses et particulièrement pendant l'éclipse totale du 30 août 1905, par M. G. Bigourdan, membre de l'Institut. Gauthier-Villars, imprimeur-libraire du bureau des longitudes, 55, quai des Grands-Augustins, Paris. Don de l'éditeur.

Traité pratique de filature de la laine cardée. Étude du renvideur Self-Acting et des métiers continus à filer la laine cardée. Chauffage, ventilation, humidification des salles de filature. Numérotage, titrage et essai des fils cardés, à l'usage des industriels, filateurs, directeurs et contre-maîtres de filature et des élèves des écoles pratiques d'industrie textile, par L. Priault, directeur de filature, ancien élève de l'École manufacturière d'Elbeuf, et Ch. Thomas, officier d'académie, directeur de l'École pratique d'industrie d'Elbeuf. C. Allain, imprimeur, 1, 3 et 5, rue Saint-Jacques, Elbeuf. Don de M. le Directeur de l'École manufacturière d'Elbeuf.

La protection de la première enfance dans les cités industrielles, les crèches industrielles. Étude d'hygiène sociale par M. le Dr Levesque. Imprimerie H. Morel, 77, rue Nationale, Lille. Don de l'auteur.

Notice de M. Jules Kolb. Don des Établissements Kuhlmann.

SUPPLÉMENT A LA LISTE GÉNÉRALE DES SOCIÉTAIRES

SOCIÉTAIRES NOUVEAUX

Admis du 1^{er} Avril au 30 Juin 1905.

Nos d'ins- cription	MEMBRES ORDINAIRES			Comités
	Noms	Professions	Résidences	
1132	FANYAU, Oscar....	Pharmacien.....	Hellemmes.	C. B. U.
1133	GUILLASSE, Charles	Ingénieur.....	14, pl. Richebé, Lille.	G. C.

La Société n'est pas solidaire des opinions émises par ses membres dans les discussions ni responsable des notes ou mémoires publiés dans les Bulletins.

Le Secrétaire : A. BOUTROUILLE.