

*Troisième Année - N° 32.**Décembre 1906.*

Association des Anciens Élèves
DE
L'ÉCOLE CENTRALE
LYONNAISE

1860-1906

BULLETIN MENSUEL
de l'Association

SOMMAIRE

<i>De l'étude des mathématiques.....</i>	J.-B. MATHEY.
<i>L'accumulateur électrique en 1906 ...</i>	AUG. CLAYET.
<i>Conservation et dégradation de l'énergie.....</i>	J. LAHOUSSE.
<i>Informations diverses.</i>	

PRIX D'UN NUMÉRO : 0.50 CENT

Secrétariat et Lieu des Réunions hebdomadaires de l'Association
SALONS BERRIER & MILLIET, 31, place Bellecour
LYON

SOCIÉTÉ DES GAZ INDUSTRIELS

37, rue Claude-Vellefaux, PARIS X (Téléphone 417-68)

Concessionnaire exclusive pour la fabrication et la vente des installations produisant le
GAZ A L'EAU DELLWICK-FLEISCHER

GAZOGÈNES A GAZ PAUVRE, Système LENCAUCHEZ
pouvant utiliser des combustibles quelconques

APPAREILS SPÉCIAUX POUR L'ÉPURATION DES GAZ DES HAUTS-FOURNEAUX

Adresse télégraphique : COMTELUX-PARIS

Société Lyonnaise de FOURNITURES CHIRURGICALES

34, passage de l'Hôtel-Dieu

Instruments de Chirurgie ; Appareils sanitaires
Installations complètes pour Cliniques,
Hôpitaux, Hôtels, etc.

ÉLECTRICITÉ MÉDICALE

Etudes et Projets d' INSTALLATIONS HYDRAULIQUES

ET ÉLECTRIQUES
Aménagement de Chutes d'eau
EXPERTISES

H. BELLET

INGÉNIEUR E. C. L.
Expert près les Tribunaux

35, quai St-Vincent, LYON

PH. BONVILLAIN & E. RONCERAY

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

9 et 11, Rue des Envierges ; 17, Villa Faucheur, PARIS

*Toutes nos Machines fonctionnent
dans nos Ateliers,
rue des Envierges,
PARIS*

MACHINES A MOULER

les plus perfectionnées

BROYEUR-FROTTEUR AUTOMATIQUE
*pour travailler par voie humide
le sable sortant de la carrière*

MACHINES-OUTILS

*Troisième Année - N° 32.**Décembre 1906.*

Association des Anciens Élèves
DE
L'ÉCOLE CENTRALE
LYONNAISE

1860-1906

BULLETIN MENSUEL
de l'Association

SOMMAIRE

<i>De l'étude des mathématiques</i>	J.-B. MATHEY.
<i>L'accumulateur électrique en 1906</i>	Aug. CLAYET.
<i>Conservation et dégradation de l'énergie</i>	J. LAHOUSSE.
<i>Informations diverses.</i>	

PRIX D'UN NUMÉRO : 0.50 CENT

Secrétariat et Lieu des Réunions hebdomadaires de l'Association
SALONS BARRIER & MILLIET, 31, place Bellecour
LYON

INSTRUMENTS DE PRÉCISION

Pour cause d'Aggrandissements

LA MAISON

H. MORIN

anciennement

3, Rue Boursault, 3

est transférée à proximité :

11, Rue Dulong, 11

PARIS 17^e

*Troisième année. - N° 32.**Décembre 1906.*

DE L'ÉTUDE

DES

MATHÉMATIQUES

A la demande de plusieurs camarades, nous reproduisons ci-dessous le discours que prononçait M. MATHEY, le 4 août 1890, à la distribution des diplômes des Elèves sortant de l'Ecole à cette date. Nous le faisons avec d'autant plus de plaisir que les conseils que donnait alors notre vénéré doyen des professeurs, sont plus que jamais d'actualité et à suivre.

MESSIEURS,

L'année dernière, M. Gobin vous entretenait, à cette réunion, de la difficulté de se créer une position et il vous donnait, à ce sujet, d'excellents conseils, inspirés par son expérience et par cet intérêt affectueux que les anciens professeurs ressentent toujours pour leurs élèves.

Aujourd'hui que le privilège, peu envié, de l'ancienneté, m'impose le devoir de vous adresser quelques mots, il m'a semblé que je resterais dans mes fonctions ordinaires en vous parlant de l'étude des mathématiques. Rassurez-vous, cette dernière leçon ne durera pas une heure et demie ; vous n'aurez pas de notes à prendre et elle n'est pas comprise dans le programme de l'examen.

Il est certainement inutile de dire ici que la mécanique, la physique appliquée, l'art des constructions ont leurs fondements dans les mathématiques et qu'il en est de même pour la plus grande partie des connaissances qui sont l'objet de l'enseignement dans notre école. Les sciences naturelles, elles-mêmes, ne font point à cette règle une exception absolue : la cristallographie, par exemple, n'est qu'une savante géométrie : elle ne dédaigne même pas la trigonométrie. Il n'y a pas jusqu'à ce nouveau cours d'électricité qui n'aime les formules savantes et les hauts calculs.

S'il y a, dans tout notre enseignement, de l'algèbre et de la géométrie, c'est, Messieurs, qu'il y en a partout dans la nature. D'après Descartes, les mathématiques sont la science de l'ordre et de la mesure ; elles découvrent et expriment ces lois générales que les sciences d'observation constatent dans la création tout entière et qui sont comme le sceau de l'Intelligence infinie sur son œuvre. Reconnaître et admirer ces lois, constitue une partie de la grandeur et de la noblesse de notre intelligence et c'est en les appliquant dans son propre travail, que l'homme y trouve le secret de sa force et la mesure de son génie.

Vous savez donc que par leurs formules et leurs calculs, les mathématiques se retrouvent dans les autres sciences. Alors que le langage ordinaire plus lent, plus analytique, ne traduirait que péniblement et confusément la pensée, la formule algébrique condense, en des symboles d'une précision et d'une généralité parfaites, les résultats des investigations les plus profondes et des méditations les plus ardues. Une longue suite de raisonnements arrive vite à épuiser les forces de l'attention. Mais, l'équation une fois établie, le calcul développe les conséquences de l'hypothèse et les déductions suivent sans la fatigue de l'esprit. La discussion, habilement conduite, montre toutes les faces de la question ; elle distingue les cas possibles, elle en fait prévoir qu'on n'avait pas aperçus, et ainsi, apparaissent en pleine lumière les conclusions applicables à tous les cas particuliers d'un problème. Il convient seulement de ne pas oublier qu'on ne retrouve à la fin de l'équation que ce qui y a été écrit au commencement : le calcul n'est qu'un instrument qui doit être manié par une intelligence.

Mais, si vous voulez trouver dans les mathématiques ce serviteur toujours prêt, cet instrument toujours docile, il vous faudra, vous ne le savez que trop, un long et dur apprentissage. Peut-être avez-vous pensé qu'il est besoin, en outre, d'aptitudes spéciales qui ne sont le lot que du petit nombre. C'est une opinion, au moins exagérée ; les mathématiques ne repoussent personne ; elles exigent seulement un culte assidu. Ceux d'entre vous qui ne les ont pas trouvées propices, ont probablement manqué envers elles des égards nécessaires et de la considération dont elles sont jalouses. Avec un peu de repentir et beaucoup de meilleure volonté de votre part, la géométrie et l'algèbre consentiront, je vous l'assure, à se montrer moins revêches et plus clémentes.

Que les mathématiques vous soient indispensables, puisqu'il vous faut sans cesse en faire des applications, vous me l'accorderez volontiers. Je voudrais vous montrer que, pour vous, les mathématiques sont encore autre chose ; que cette étude est nécessaire pour développer en vous les facultés de l'esprit ; en augmenter la puissance ; disons, si vous le voulez, pour en élever le « potentiel ». Et ceci s'adressera tout particulièrement aux élèves de première année.

Le caractère le plus évident de la faiblesse de l'intelligence, c'est l'impuissance de l'attention. Qu'attendre d'un élève qui oublie d'une manière continue ce qu'il vient d'entendre ; qui ne sait plus, en finissant une phrase, ce qu'il a dit en la commençant ; qui ne peut arriver à une conséquence, parce qu'il ne sait pas maintenir, sous le regard de sa pensée les éléments d'un jugement ? Pour lui, la suite des idées n'est qu'une chaîne sans solidité, dont les nœuds se brisent à chaque instant. Or, l'algèbre et la géométrie sont éminemment propres à fortifier l'attention. Les notions abstraites qui en sont l'objet exigent, pour être saisies par l'esprit, une grande intensité d'application, une contention d'abord fort pénible. Il faut se défendre contre l'invasion de toute idée étrangère ; ne pas perdre de vue un instant le but que l'on poursuit, sous peine de s'égarer dans une complète obscurité ; revenir sur ses pas, pour assurer et éclairer sa marche ; ne pas dévier du droit chemin : le moindre écart mène à un précipice. Est-ce qu'une discipline intellectuelle aussi sévère ne doit pas, à la longue, mettre l'esprit en une plus parfaite possession de soi-même et faciliter l'habitude de l'attention ? L'attention est une des plus précieuses qualités de l'esprit : je l'appellerai plutôt une vertu de l'intelligence, car, comme toute vertu, elle ne va pas sans l'effort de la volonté.

En second lieu, vous savez que les mathématiques constituent un ensemble de vérités inébranlables et que, si nous ne vous enseignons plus la physique et la chimie des siècles passés, nous avons encore la géométrie d'Archimède et d'Euclide, le binôme de Newton, les coordonnées de Descartes. Leibniz, Laplace, et de nos jours Chasles, Cauchy et les autres ont bien pu ajouter à l'œuvre de leurs devanciers ; ils n'en ont rien détruit. D'où vient la perfection de cet édifice, si parfait dans ses proportions, si élevé dans sa solidité, et cependant toujours inachevé, toujours susceptible de recevoir de nouvelles assises, lorsqu'il se rencontre un ouvrier de génie ? Elle vient de la méthode suivie, laquelle consiste essentiellement à poursuivre la déduction jusqu'à l'évidence, c'est-à-dire jusqu'à ce que l'esprit voie la vérité dans une clarté parfaite. Les mathématiques vous habituent donc à rechercher la netteté de la conception, la perception pleine et entière et, par là même, elles vous préparent à acquérir une science solide et véritable. Et ici, Messieurs, faites bien attention : distinguez, dans l'étude des mathématiques, entre l'évidence qui convainc et celle qui éclaire en montrant les raisons des choses. C'est à celle-là qu'il faut arriver. « Ce n'est pas « assez de savoir qu'une chose est vraie, dit Chasles, si l'on ignore « pourquoi elle l'est et si l'on ne sait pas rattacher le point de départ à « la vérité trouvée par les vérités intermédiaires qui les unissent ». C'est en travaillant ainsi que vous deviendrez sévères dans le jugement que vous porterez sur la valeur et l'étendue de votre propre science et résolus à donner tout l'effort nécessaire pour savoir véritablement et non à peu près.

Remarquons, en passant, les caractères distinctifs de la langue dont se servent les mathématiques. C'est là qu'il faut

D'un mot mis à sa place, apprendre le pouvoir.

Dans les mathématiques, l'expression doit correspondre exactement à la pensée, sans jamais la dépasser ni lui rester inférieure. La démonstration exclut, d'ailleurs, rigoureusement tout ce qui n'a pas un rapport direct avec le sujet. Ne serait-ce pas là un précieux enseignement? Ceux qui sont le mieux écoutés, ne sont-ils pas ceux qui savent dire tout ce qu'il faut et rien que ce qu'il faut, et qui, ne se perdant pas dans des digressions inutiles, vont au but par le plus direct et plus court chemin? Ainsi donc, pour être équitables, il vous faut encore reconnaître que les mathématiques vous apprennent à rechercher la justesse de l'expression et la clarté de l'exposition, qui sont le signe le plus apparent de la vigueur et de la rectitude de la pensée.

Vous auriez bien envie de me dire que vous n'avez pas reconnu jusqu'ici tant d'avantages aux mathématiques, et qu'en tout cas, leur réputation est un commerce absolument dénué d'attrait et d'agréments. Cela est bien possible, et même, je suis assuré que pour plusieurs, l'aveu est sincère et part d'une profonde conviction. C'est que l'on n'apprend les mathématiques qu'en s'y donnant avec courage et persévérance. Travailler mollement et avec intermittence, travailler à la hâte et avec fièvre, ce sera toujours travailler sans succès. On vous apprend, en mécanique, qu'il y a une vitesse de régime, laquelle correspond au maximum de rendement. Prenez donc cette allure de régime : nous vous l'indiquons bien, mais il n'est guère en notre pouvoir de supprimer les chocs et d'éliminer les résistances passives.

Puis, pour travailler utilement, il faut que l'intelligence ne se borne pas à un rôle passif, mais qu'elle exerce son activité propre. Répéter à peu près exactement ce que l'on vous a dit la veille, en garder même quelque temps un assez fidèle souvenir, ce n'est, à vrai dire, que la fonction d'un appareil enregistreur ou photographique. Vous ne faites une œuvre personnelle qu'en appliquant, en l'absence de tout secours étranger, les méthodes et les théorèmes, soit à la résolution d'un problème, soit à l'étude d'une question nouvelle. Un enfant n'apprend pas à marcher s'il sent toujours à ses côtés quelqu'un pour le soutenir et prévenir ses chutes. Lorsque, réduits à vos propres forces, vous essayez un problème, vous êtes obligés de combiner un certain nombre de règles et de lois que vous n'aviez qu'entrevous, de passer de l'idée générale aux idées particulières ; de l'abstrait au concret, de découvrir de nouveaux rapports qui ne vous ont pas été encore indiqués. Je puis vous assurer, qu'au bout de peu de temps de cet exercice, vous y trouverez plaisir et profit. Car il y a plaisir à sentir croître sa force, à voir de ses propres yeux. C'est ce travail véritablement personnel qui fortifie l'intel-

ligence tout entière et donne à toutes les facultés une puissance, une force qui font la vraie valeur de l'esprit.

Il y a, en effet, Messieurs, des esprits de diverses qualités, selon la manière dont ils ont été formés. L'éducation facile fait les uns : à vues courtes, satisfaits de l'à peu près, sans initiative et sans élévation. Ils reçoivent quelquefois l'impulsion, mais ne la donnent jamais. D'autres, formés à une plus rude école, longtemps contenus par une discipline plus sévère, ont été mis de bonne heure en possession des bonnes méthodes du travail ; ils avancent sans cesse, car ils possèdent le sentiment profond du vrai et le désir du mieux. Leur action et leur influence sont d'une autre nature ; on les appelle des hommes de valeur. Sans doute, les dons naturels sont pour une grande part dans leur succès ; mais ces dons seraient souvent restés stériles sans de fortes et sévères études, stériles surtout sans l'éducation personnelle que ces hommes se sont donnée par un rude travail et une volonté énergique. Ne croyez pas d'ailleurs, que ces hommes soient nécessaires seulement dans les positions élevées et pour le maniement des grandes affaires : il n'est pas si facile que vous le croyez d'être à la hauteur de fonctions en apparence modestes. Et puis, est-ce que l'ouvrage le plus humble ne décèle pas toujours par quelque endroit le mérite de son auteur ? Il y a toujours un moment où le bon soldat sort du rang.

Et, maintenant, laissez-moi demander aux élèves de deuxième et de troisième année de vous confirmer ma démonstration par le témoignage de leur propre expérience. Ils vous ont déjà dit que la cinématique, la dynamique, l'hydraulique, etc., ne sont point des sciences faciles et à l'air engageant. Je serais presque de leur avis, si je ne craignais de manquer de respect à l'égard de ces sciences elles-mêmes et de mes collègues qui les professent avec tant de clarté, et si je ne vous exposais ainsi à croire que vous allez faire acte d'héroïsme en vous appliquant à des études si relevées. Vos camarades ont reconnu, et vous reconnaîtrez à votre tour, que les difficultés des cours viennent d'abord d'une connaissance imparfaite des méthodes de calcul et des théorèmes qu'on aurait dû mieux posséder. Une autre difficulté, plus grande encore, se trouve dans la multiplicité des sujets enseignés et dans la quantité de travail nécessaire pour s'assimiler chaque jour un nombre considérable de connaissances nouvelles. Ce travail intensif n'est pas à la portée des élèves qui ne s'y sont pas habitués par une étude sérieuse des mathématiques et qui n'ont pas acquis cette puissance d'attention dont je vous parlais tout à l'heure. C'est bien souvent, qu'en première année, vous m'avez demandé : A quoi cela sert ? La réponse, je viens de vous la donner : vous la comprendrez mieux à mesure que vous verrez de quel rude labeur il faut payer la science.

— 8 —

Messieurs les élèves de troisième année, je vous demande de garder pour les mathématiques un souvenir de reconnaissance. Vous savez quels ont été jusqu'ici leurs bons services ; elles ne vous seront pas moins utiles dans la suite. Vous devez rester, dans une certaine mesure, ce que l'on appelle des hommes de science. Or, la science, elle n'est jamais terminée ; elle se complète toujours et souvent se transforme. De temps en temps, des branches nouvelles s'ajoutent à cet arbre déjà si touffu et prennent dans les applications un développement imprévu. Vous citerais-je l'électricité, cette science déjà si vaste, alors même que ses principes restent un profond mystère ? La science des constructions métalliques, qui nous procure, chaque jour, des étonnements nouveaux ? Et tant d'autres, qui réclament leur place avec les exigences propres à la jeunesse. Nous ne pouvons pas vous donner, à l'École, une somme de connaissances suffisante pour toute votre carrière. A vous d'y ajouter ce que votre spécialité pourra exiger, ce que des temps nouveaux, des progrès ultérieurs rendront nécessaires.

Vous aurez donc toujours à étudier et d'abord pour garder ce que vous avez acquis. Il est, a-t-on dit, plus facile de faire sa fortune que de la conserver. Vous aurez aussi à vous initier à tout un ordre de connaissances qui ne sont point du ressort de notre enseignement et que le manque de temps ne nous permet pas d'ailleurs d'aborder : la législation, les sciences morales et sociales et beaucoup d'autres. Emportez donc, avec votre diplôme, le goût de l'étude, la ferme résolution d'y persévérer. Réservez-lui toujours une place dans vos loisirs. Ayez sur votre table un livre que l'on prend et que l'on quitte selon la facilité du moment, que l'on regarde quelquefois avec le regret de ne pouvoir l'ouvrir aujourd'hui et le désir de le lire demain. Faites-vous l'honneur de ne pas vous sentir diminuer en valeur intellectuelle ; préparez-vous aux responsabilités qui vous seront offertes ou qui vous incomberont naturellement dans le cours de votre carrière. Le travail ainsi pratiqué vous paiera largement : il vous conservera d'abord votre propre estime, il vous préservera des plaisirs faciles et des habitudes qui rabaisent ; en un mot, il vous aidera à vous élever à la hauteur de vos devoirs et de votre situation.

J.-B. MATHEY,  O. I.

Professeur à l'École Centrale Lyonnaise.



L'Accumulateur électrique

en 1906

Tous les accumulateurs au plomb employés jusqu'à ce jour peuvent se ramener à deux types différents :

1^o Les uns, dits à oxyde rapporté, sont formés d'une masse d'oxyde maintenue dans un cadre en plomb ;

2^o Les autres du type PLANTÉ, sont en plomb pur et l'oxyde est produit par un procédé purement électrolytique.

Pendant longtemps ce dernier système fut délaissé, car, pour obtenir une capacité suffisante, il fallait des plaques d'une surface énorme d'où, grand encombrement et poids considérable.

Il y a peu d'années on a pu arriver à fabriquer, grâce à l'art de fonderie, des plaques coulées ayant une surface utile assez grande pour pouvoir lutter comme capacité avec celle des plaques empâtées (fig. 1).

En effet, plus la surface utile est grande, plus la capacité augmente en même temps que la solidité et la durée, la densité du courant de charge ou de décharge étant ainsi moins forte par unité de surface développée. Il y a donc un grand intérêt à augmenter le rapport de la surface utile à la surface apparente et c'est à ce but qu'ont tendu les efforts des chercheurs.

On est arrivé actuellement, pour les plaques coulées, au maximum de développement qu'on peut donner à leur surface, et malgré toutes les finesses de construction des moules et du travail de la fonderie, on n'a pu réussir à obtenir une surface utile supérieure de 14 à 16 fois la surface linéaire.

D'autre part, les plaques à oxyde rapporté, si elles ont parfois une capacité spécifique plus grande que celles au plomb pur, ont une durée bien plus courte, car, sous la haute densité des charges et décharges rapides, la pâte se désagrège et se détache du support.

Un procédé nouveau, mais qui a cependant déjà fait ses preuves, permet de fabriquer des plaques d'une surface considérable, en même temps que d'une solidité à toute épreuve, ce qui, en définitive, donne un

appareil bien supérieur à tout ce qui avait été obtenu jusqu'à ce jour par fonderie.

La plaque est en plomb laminé et constituée par une âme portant sur les deux faces des lamelles d'une extrême finesse et très rapprochées et

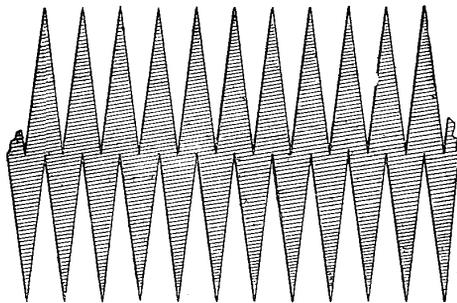


FIG. 1. — Coupe d'une plaque fondue.

laissant entre elles des sillons étroits et profonds. La surface de la plaque ressemble, par suite, à la partie inférieure de certains champignons (fig. 2).

Ce résultat est obtenu au moyen d'un outil qui, à la façon d'une charrue, entaille obliquement la plaque en en détachant une lamelle

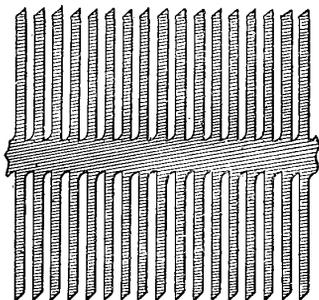


FIG. 2. — Coupe d'une plaque taillée.

inclinée très mince tenant encore à la masse par sa base et qu'il redresse en même temps de façon à la rendre perpendiculaire à la surface primitive.

On comprend aisément qu'en faisant avancer périodiquement l'outil d'une quantité correspondante à l'espacement de deux lamelles, on obtient des sillons parfaitement réguliers et d'une finesse impossible à obtenir par fonderie.

Ce procédé permet d'augmenter jusqu'à 70 fois la surface linéaire; c'est-à-dire qu'une plaque ayant 10×10 cm. présentera aux actions électrolytiques une surface de 70 décimètres carrés.

Il est facile de comprendre les avantages présentés par ce système.

Il semble, à première vue, qu'un tel procédé doit rencontrer d'énormes difficultés pour la réalisation pratique et que le travail soit très long et très délicat. Il n'en est rien et la fabrication est toute mécanique et très rapide.

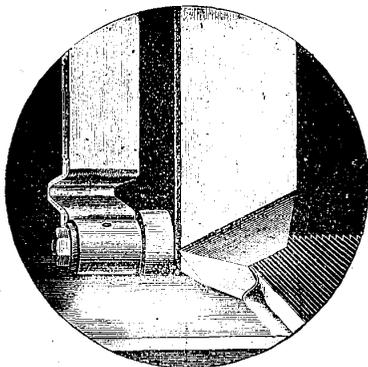


FIG. 3. — Travail de l'outil.

La machine est une sorte d'étau-limeur. L'axe de l'outil est perpendiculaire à la plaque et, tout à côté de lui, un petit galet s'appuie avec une pression réglable sur la plaque de plomb, afin que la partie à travailler soit rigoureusement plane (fig. 3).

La profondeur du sillon est déterminée par l'outil qu'on fait descendre plus ou moins. Enfin un mouvement alternatif et automatique de recul perpendiculaire au déplacement de l'outil, fait avancer le plateau à chaque course de l'outil d'une longueur égale à la largeur d'une lamelle. Ce déplacement est tellement précis, qu'on peut tracer jusqu'à 30 et 35 sillons sur un espace de un centimètre,

Quand une surface est terminée on retourne la plaque de plomb et on la pose sur le marbre de l'appareil par le côté travaillé. On règle la position de l'outil de façon que dans le taillage, les sillons laissent intacte la partie centrale de la plaque, en formant ainsi une âme de 1 à 2 millimètres qui lui assure une grande solidité.

L'outil fait à la minute 90 courses aller et retour et une machine peut débiter au moins 60 plaques par jour. Un ouvrier conduit à la fois 8 machines; donc sa production est de 480 plaques par jour, ce qui est supérieur à ce qui est obtenu par fonderie, et le travail est d'une précision impossible à obtenir par un autre procédé. La plaque est

rigoureusement symétrique dans toutes ses parties; la profondeur, l'épaisseur, l'espacement des lamelles, la position de l'âme dans la plaque sont obtenus au centième de millimètre. Par suite, dans sa dilatation, la plaque subissant des efforts mécaniques absolument symétriques, aucune déformation ne peut se produire malgré les débits intenses.

En laissant de côté le procédé du coulage jusqu'alors employé partout, et adoptant la fabrication de plaques de plomb laminé et rainuré, on s'est attaché non seulement à l'idée d'obtenir une grande surface active, mais surtout à augmenter la durée des plaques. L'expérience a confirmé les prévisions. Ce type de plaque est maintenant très répandu en France et a servi à constituer des batteries de toutes puissances. C'est ainsi que les batteries de secours et les batteries-tampon des réseaux de tramways de Nice, Menton, Marseille, Nancy, ont été constituées avec des plaques de ce système. De même les batteries-tampon pour les lignes du chemin de fer électrique du Fayet à Chamonix P.-L.-M., et à la frontière suisse.

La batterie-tampon des tramways de Bordeaux, cette dernière la plus puissante de France.

Les batteries tampon des sous-stations du Métropolitain à Paris capables de fournir des pointes de 3.000 ampères et plus pour venir au secours des commutatrices suivant les demandes du réseau.

Les batteries-tampon pour les tramways de Rome, Cadix, d'Athènes, etc., etc.

Ce type d'accumulateur étant encore peu connu dans la région lyonnaise, nous avons pensé intéresser nos camarades en les mettant au courant des derniers perfectionnements apportés à ce genre d'appareils.

Aug. CLEYET (1892).



Conservation et Dégradation de l'Energie

A Monsieur H. Rigollot.

Il y a quatre-vingts ans que Carnot, dans ses « Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance », a énoncé son célèbre théorème, et sur les débris de la théorie inexacte qui est à la base de ses travaux; l'on a construit une loi générale de la nature. Sorti d'un travail presque technique, le second principe de la thermodynamique s'étend à presque toutes les transformations physiques, et seulement pour les phénomènes où intervient l'énergie rayonnante, l'on a des doutes sur la légitimité de son application.

Né à une époque où les fluides hypothétiques tenaient une place prépondérante dans l'explication des phénomènes physiques, le théorème de Carnot a failli, dès son apparition, disparaître en même temps que le principe de la conservation du calorique; c'est l'honneur de Clausius de ne pas s'être laissé entraîné à un jugement superficiel, et d'avoir cherché et réussi à concilier le principe de Carnot, que l'expérience semblait confirmer, avec celui de l'équivalence de la chaleur et du travail.

C'est à Clausius que nous devons la notion d'entropie, cette dominatrice du monde, comme l'a appelée, je ne sais plus quel enthousiaste; il faut avouer qu'elle est encore pour nous une formidable abstraction, bien qu'elle tienne dans les équations une place aussi importante que celle tenue par des réalités physiques, le volume par exemple.

Ici, je me permettrai d'appeler l'attention sur la façon dont M. Marchis, dans son petit volume sur la thermodynamique, présente le principe de Carnot-Clausius: Il pose comme énoncé de ce principe que pour tout cycle réel $\int \frac{dQ}{T} < 0$ l'inégalité se transformant à la limite en égalité, quand le phénomène tend à devenir réversible. Le livre de M. Marchis est cependant destiné à des commençants, et exposer ainsi le second principe, n'est-ce pas risquer de faire de la thermodynamique une « Science hiératique et figée », qualificatif qu'emploie, à l'égard de la mécanique actuellement enseignée, M. Emile Picard, dans l'introduction qu'il a rédigée pour le beau livre du professeur Mach.

Certes, je ne crois ni possible, ni logique de suivre, dans un cours

destiné à de futurs ingénieurs, la marche historique qui entraîne à trop de longueurs, mais il me semble bon, cependant, d'utiliser l'intuition, si nécessaire à l'intelligence des principes, et dont a parlé si éloquemment M. H. Poincaré dans son volume sur « La Valeur de la Science ». Je veux dire que, parmi les diverses formes possibles pour le second principe, c'est l'énoncé de Clausius sur le transport de la chaleur, qui me semble préférable.

Quant à la méthode d'exposition suivie par les physiciens anglais, parmi lesquels il faut citer Lord Kelvin, Maxwell, Tait, il semble bien qu'elle facilite la vulgarisation des idées, mais elle ne possède pas la forme bien ordonnée qu'affectionne l'enseignement français, forme préférable dès que l'élève connaît tant soit peu la science qu'il étudie.

Il y a peu d'années que la science de la chaleur et du travail a sa place dans l'enseignement; jusqu'à maintenant, le principe de Carnot n'était presque considéré que comme une curiosité scientifique, n'ayant d'importance que pour l'étude des moteurs thermiques, et encore en réduisait-on l'exposition à quelque chose d'extrêmement succinct. Qu'un étudiant lise les pages réservées à la thermodynamique dans un traité de machines à vapeur ou de moteurs à gaz, je ne crois pas qu'il puisse même saisir ce qu'est la dégradation de l'énergie; en tout cas, elle ne lui paraîtra nulle-ment une grande loi naturelle.

Pendant un certain temps, d'ailleurs, l'appellation incorrecte de « principe de la dissipation de l'énergie » a exercé une influence regrettable: dissipation de l'énergie, conservation de l'énergie, il y avait évidemment une contradiction, et nous sommes redevables à Tait d'avoir préconisé le terme de dégradation de l'énergie.

Cette expression n'est-elle pas préférable aussi à celle de dissipation de l'énergie utilisable? Il y a deux énergies utilisables; ce sont deux fonctions qui ne sont pas identiques: l'une a été proposée par Gibbs, en 1873, et M. Duhem l'a appelée depuis le potentiel thermodynamique interne; l'emploi de l'autre a été préconisé par M. Gouy, en 1889, et l'on tend, depuis un an, à en faire usage dans la théorie des machines thermiques. La fonction de M. Gouy ne devient identique à celle de Gibbs que si le système, auquel elle se rapporte, a constamment la même température que le milieu dans lequel il évolue.

Je n'ai pas encore parlé du principe de la conservation de l'énergie; aujourd'hui, personne ne nie que ce ne soit un principe expérimental; bien que les idées qui y ont conduit aient eu leur origine dans le théorème des forces vives. On ne peut nier que son importance vienne surtout de ce que l'on ne connaît qu'un petit nombre de formes de l'énergie; il est évident que si l'avenir obligeait les physiciens à en envisager un plus grand nombre, le principe perdrait beaucoup de sa

valeur, et l'on serait sans doute tenté de le considérer comme une définition.

L'apparition du principe de l'équivalence a donné lieu à un fait qui n'est pas rare dans l'histoire de la science ; au moment où Mayer l'a énoncé, Joule et Colding allaient y parvenir et Carnot l'avait consigné, quelque temps avant sa mort prématurée, dans des notes manuscrites qui restèrent ignorées jusqu'en 1871. La raison de ces coïncidences réside dans l'évolution profonde qu'avait entraînée l'apparition des travaux de Fresnel. A cette époque, les arguments des partisans de la théorie des ondulations commençaient à porter des coups décisifs à la théorie de l'émission ; de plus, l'identité de la chaleur rayonnante et de la lumière venait d'être découverte, de sorte qu'il devenait naturel de considérer la chaleur comme une manifestation du mouvement de molécules matérielles.

Telle qu'on l'expose maintenant, c'est-à-dire, basée sur des principes considérés comme expérimentaux, la thermodynamique n'entraîne pas d'hypothèse sur la nature de la chaleur ; ce qui ne veut pas dire que l'on n'ait pas fait, au cours des applications, d'hypothèses d'une autre nature : le principe d'Helmholtz, d'après lequel l'énergie électrique, mise en liberté dans une pile, résulte de la chaleur non compensée, en est un exemple célèbre.

D'ailleurs, il ne faut pas se faire illusion sur la portée de la thermodynamique ; de chaque fait expérimental, elle nous permet de déduire, par application de ses seuls principes, une conséquence qui sera vérifiée par l'expérience ; mais c'est là tout ; pris seuls, ces deux principes ne nous indiquent presque rien, et, de plus, il ne faut pas oublier que toutes les fois qu'il s'agit de phénomènes irréversibles, la thermodynamique nous indique les phénomènes qui peuvent se réaliser, mais non celui qui se réalisera.

La thermodynamique a traversé deux phases bien distinctes : avec Carnot qui, sans doute, subissait l'influence des savants qui ont créé la mécanique rationnelle, elle admettait encore la possibilité du perpétuel mobile ; avec Clausius, elle la niait au même titre que la possibilité du perpétuel moteur ; et ce dernier point de vue a prévalu, quoiqu'il mette la thermodynamique en désaccord avec la mécanique. Ce désaccord est-il apparent ou réel ? Est-il dû simplement à des mouvements cachés dont nous ne pouvons tenir compte, ou bien, comme le pense M. Duhem, faut-il considérer le frottement et la viscosité comme des propriétés inhérentes à la matière, propriétés qui n'interviennent dans les équations que par le signe constant qu'elles assurent à la transformation non compensée ?

Quoiqu'il en soit, la réduction des principes de la thermodynamique aux principes généraux de la mécanique, n'a pu être faite malgré les

efforts de Clausius, Helmholtz et Boltzmann ; je rappellerai aussi que M. Poincaré a montré l'incompatibilité du principe de Carnot avec l'hypothèse que l'Univers est constitué par des corpuscules agissant à distance les uns sur les autres.

L'idée maîtresse qui a dirigé Clausius, c'est que, dans la nature, une transformation ne se fait pas dans les deux sens avec la même facilité ; dans un sens, elle se fait d'elle-même ; dans l'autre au contraire, elle ne s'effectue que grâce à une compensation fournie par une modification s'opérant d'elle-même. Observons une transformation de travail en chaleur, le frottement de deux corps par exemple ; si ces deux corps sont, après l'expérience, ramenés à l'état initial, la chaleur dégagée sera exactement équivalente au travail dépensé et la transformation observée aura eu lieu sans l'intervention d'aucun corps intermédiaire. Considérons maintenant une transformation de chaleur en travail, un moteur à vapeur par exemple ; d'abord il faut un corps intermédiaire, la vapeur dans notre cas, pour recueillir du travail, sinon la modification se réduirait au transport de la totalité de la chaleur ; de plus, la quantité de travail produite ne sera l'équivalent que d'une partie seulement, de la chaleur empruntée à la chaudière. Précisons : une certaine quantité de vapeur évolue entre une chaudière à la température T et un condenseur à la température t ; pour simplifier, supposons que l'eau condensée soit réintroduite dans la chaudière, où elle repasse à la température T : dans ces conditions l'eau parcourt un cycle fermé ; en passant de l'état liquide t^0 à l'état de vapeur T^0 , l'eau a pris une certaine quantité d'énergie sous la forme de chaleur Q ; en repassant du second de ses états au premier, elle cède la même quantité d'énergie, mais de cette énergie, une partie seulement est transformable (je ne dis pas transformée) en travail ; le reste ne l'est pas. C'est cette notion que nous devons au génie de Carnot, qui a précisé de plus que le rapport de la chaleur transformable à celle qui ne l'est pas (la somme des deux étant égale à Q) ne dépend que des températures de la chaudière et du condenseur.

Cette propriété est générale et l'on peut l'appliquer à tout autre système que celui (chaudière, vapeur, condenseur) au sujet duquel elle vient d'être exposée. C'est ainsi que Van 't Hoff, l'illustre chimiste de Charlottenturg, fait exclusivement usage de cycles pour étudier les transformations physicochimiques.

De ce qui précède, il ressort que l'énergie mécanique peut passer intégralement à l'état d'énergie calorifique, mais que la transformation inverse ne peut être que partielle ; autrement dit, dans l'univers, l'énergie mécaniquement utilisable diminue toujours, l'énergie se conserve bien mais elle passe de plus en plus sous une forme qui ne peut nous être d'aucun secours. C'est ce que l'on exprime en disant que l'énergie se dégrade.

J'ai laissé pressentir plus haut que la chaleur transformable n'est pas

tout entière transformée en travail ; que faut-il pour qu'elle le soit ? C'est encore Carnot qui nous l'a appris : cette condition est réalisée si les échanges de chaleur ont lieu sans chute finie de température, c'est-à-dire, si le cycle parcouru est composé d'isothermes et d'adiabatiques, ceci, en admettant toutefois que les sources possèdent une température constante. Ce cycle, qui est resté dans la science sous le nom de Cycle de Carnot n'est, d'ailleurs qu'un cas idéal, qu'on ne rencontre pas parmi les transformations réelles ; il semble de plus en plus, qu'on ne doive le considérer que comme un lemme permettant de trouver facilement la valeur de l'énergie utilisable ; pris sous cette forme, il a conduit M. Gouy au théorème dont M. Jouguet a fait la base de sa théorie des machines thermiques.

L'expression analytique du second principe a conduit Clausius à la notion d'entropie, et, dès 1873, Horstmann a proposé l'emploi de cette fonction pour obtenir un critérium général de l'équilibre ; on connaît ce critérium : « Quand l'entropie d'un système isolé est maximum, ce système est en équilibre », et ce fut, cinq ans plus tard, le point de départ de Gibbs dans son célèbre mémoire sur l'équilibre des systèmes chimiques. Cette forme de la condition d'équilibre est toutefois abandonnée aujourd'hui et l'on préfère, avec M. Duhem, faire intervenir le potentiel thermodynamique total qui dispense de supposer le système isolé. Ces deux formes de la condition d'équilibre ne sont, d'ailleurs, que des cas particuliers d'une condition qui est, semble-t-il, la solution générale, et qui a été indiquée par M. Gouy, dans un mémoire malheureusement peu connu.

La théorie mécanique de la chaleur a d'abord exercé son influence sur les machines à feu ; l'invention de la machine à vapeur et l'introduction du calorique comme forme potentielle du mouvement, si je puis m'exprimer ainsi, avait fait renaître de dangereuses espérances touchant la possibilité du mouvement perpétuel, et l'anéantissement de ces espérances fut la première conséquence des travaux de Carnot. Ceux-ci furent, d'ailleurs, mal compris, et il en résulta que le cycle de Carnot fut considéré comme le modèle, comme l'idéal, dont devaient se rapprocher autant que possible les cycles réalisés dans les machines ; il n'y a pas très longtemps encore, par exemple, que M. Diesel croyait donner une qualité éminente à son moteur en y réalisant une combustion isotherme. On n'avait pas compris que les conditions véritables, dont il fallait se rapprocher, consistaient à réduire au minimum la chute de température accompagnant tout transport de chaleur ; le cycle de Carnot l'a réduit à zéro, mais, dans la machine idéale de cet illustre précurseur, les sources thermiques sont extérieures au système évoluant, et les parois ont une conductibilité calorifique tantôt nulle, tantôt infinie. Tel n'est pas le cas d'un moteur réel, d'un moteur à gaz, par exemple ; là, la source

de chaleur est intérieure au système évoluant et, par suite, il n'est pas utile que le cycle comporte d'isotherme ; de plus, les parois ont une conductibilité qui n'est ni nulle, ni infinie, et sont à une température bien inférieure à celle des gaz : d'où une diminution de plus de 50 pour 100 du rendement, due à la quantité considérable de chaleur qui est emportée par l'eau réfrigérante.

Je dois dire aussi quelques mots d'un système de représentation qui facilite beaucoup l'étude des transports de chaleur ; c'est le diagramme entropique dans lequel les entropies sont portées en abscisses et les températures en ordonnées.

Imaginé par M. Belpaire en 1872, il fut étudié par Gibbs en 1873, dans son mémoire sur les diagrammes et surfaces thermodynamiques ; son emploi est aujourd'hui très fréquent, grâce aux études de M. Bouloin.

Mais c'est surtout sur le développement de la Chimie physique que la thermodynamique a exercé une influence considérable ; la seule notion de variance, introduite par Gibbs, et développée par MM. Van der Walls, Bakhuis Roozboom, Van'T Hoff et leurs élèves, a permis de classer un nombre considérable de faits qui, jusqu'à maintenant, n'étaient coordonnés par aucune théorie. Considérons un système chimique ; le nombre des composés définis qui entrent dans sa composition peut, évidemment varier, mais il possède un minimum n , que l'on appelle le nombre des constituants indépendamment variables ; de plus, le nombre des corps homogènes, ou phases, entre lesquels se partage le système, est donné par l'expérience et, par définition, la variance n'est autre que la différence $n + 2 - \varphi$. Gibbs a démontré que la variance est le nombre des variables indépendantes qu'il est nécessaire de considérer pour définir le système en équilibre, en faisant toutefois abstraction de sa forme. C'est là la célèbre loi des phases, et le nombre considérable des questions qu'elle a permis de résoudre, en particulier l'étude des alliages métalliques et des solutions salines, en ont fait une des principales règles dont se sert le chimiste pour diriger ses investigations ; c'est elle, notamment, qui a permis de mettre nettement en évidence l'existence des solutions solides.

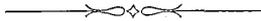
C'est encore à la thermodynamique que nous devons la découverte de l'erreur des thermochimistes ; le principe du travail maximum, dont M. Berthelot a voulu faire la loi directrice de toutes les réactions chimiques, ne se trouve être rigoureusement vrai qu'au zéro absolu ; aux températures élevées, les réactions endothermiques deviennent les plus nombreuses, et le principe du travail maximum ne se vérifie plus qu'exceptionnellement.

C'est en 1884, que les deux lois du déplacement de l'équilibre ont été énoncées, l'une relative à la variation de la température, par M. Van'T Hoff et l'autre, relative à la variation de la pression, par M. H. Le Cha-

telier ; elles offrent toutes deux un intérêt considérable, mais la première est cependant plus importante, car une variation de température entraîne un déplacement de l'équilibre beaucoup plus considérable que ne le fait une variation de pression du même ordre de grandeur. On peut exprimer les deux lois en un seul énoncé : tout changement apporté à l'un des facteurs de l'équilibre, pression ou température, entraîne une transformation du système qui tend à produire un changement de signe contraire du facteur considéré. Jamais l'on a observé de faits en désaccord avec les lois du déplacement de l'équilibre, à condition, toutefois, de se souvenir que, quand la thermodynamique indique qu'un phénomène ne peut se produire, il ne se produit réellement pas, mais que quand elle indique qu'il peut se produire, il arrive souvent qu'il ne se produit pas. C'est en cela que réside la cause de la longue période de recherches qui a précédé la découverte des lois de Van'T Hoff et de Le Chatelier ; aux températures ordinaires, en effet, les équilibres observés ne sont souvent pas des équilibres véritables, et alors les lois du déplacement de l'équilibre ne s'appliquent plus.

Que peut-on conclure de cet exposé rapide des conséquences des principes de Mayer et de Carnot-Clausius, sinon que la Thermodynamique vient compléter la Mécanique, et faire sortir la Chimie de la période prémathématique, par laquelle débute toute science.

J. LAHOUSSE (1902)



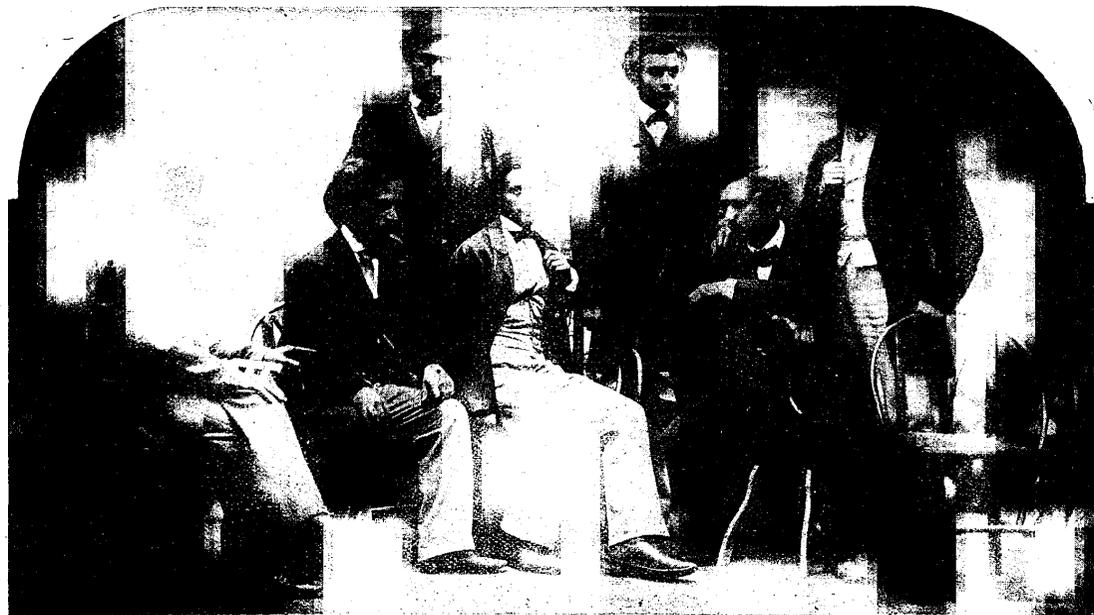
LA PRODUCTION DES RAILS DE LA TERRE

De tous les pays, celui qui emploie et fabrique le plus de rails est les Etats-Unis, dont le réseau de chemins de fer a un développement de 350.000 kil. Les Etats-Unis ont dépensé de 1870 à 1878, environ 8.300.000 tonnes de rails en fer et dans le même laps de temps, de 1896 à 1904, après l'apparition des rails en acier, environ 18.400.000 tonnes de rails en acier. Cette augmentation est naturellement due à l'agrandissement des lignes de chemins de fer, mais aussi en grande partie à ce que les rails utilisés actuellement sont beaucoup plus lourds qu'autrefois, à cause de l'augmentation de la vitesse des trains. Après les Etats-Unis vient l'Angleterre dont la production a surtout augmenté entre 1876 et 1882, à savoir de 406000 à 1255000 tonnes. Son exportation s'est accrue pendant cette période de 369000 à 794000 tonnes et a été dirigée principalement vers les Etats-Unis, l'Angleterre elle-même ne dépensant en moyenne que 228600 tonnes de rails par an. Elle a utilisé de 1876 à 1882, 1.600.000 tonnes et pendant l'égale période de 1897 à 1903, 2.600.000 tonnes, ce qui correspond à une augmentation de 62,5 %. L'Allemagne vient au troisième rang ; de 1875 à 1896 sa production resta à peu près stationnaire entre 582.000 et 605.000 tonnes par an, pour augmenter ensuite subitement en 1903 où la fabrication atteignit 1.080.000 tonnes, dont 378.000 furent envoyées à l'étranger. La dépense de rails resta jusqu'en 1890 autour de 300.000 tonnes par an et monta ensuite en 1904 à 580.000 tonnes. La production française est assez irrégulière ; en 1883 elle atteignit son maximum de 410.000 tonnes et descendit en 1893 jusqu'à 229.000 tonnes, de sorte que les chemins de fer français sont souvent obligés d'acheter leurs rails à l'étranger.

La production totale de rails de la terre est taxée à environ 7 millions et quart de tonnes par an et se répartit comme suit : Etat-Unis, 3,5 millions, Angleterre et Allemagne 1 million, Russie un demi-million, Belgique 350.000 tonnes, France 300000 tonnes. Le reste, c'est-à-dire 600.000 tonnes, est fabriqué dans les pays suivants : Canada, Italie, Espagne, Japon, Chine, Autriche, etc.

D'après toutes prévisions, le Canada, les Indes Anglaises, l'Australie et l'Afrique sont les pays qui offriront les meilleurs débouchés pendant les quelques années qui vont suivre. La Chine semble également vouloir construire de nombreuses lignes de chemin de fer et peut-être même des rails aussi. Il en est de même du Japon.

J. TOUCHEBEUF (1896).



— PROMOTION DE 1862. —

Jolly

Préveraud de Vaumas,
Courrat
Gudin

Couchaud.

Arthaud

Gassier.

INFORMATIONS

Galerie rétrospective

Nous reprenons, ce mois, la suite des photographies de promotions interrompue, le mois dernier, par la publication de l'annuaire, en reproduisant le groupe de la promotion 1862.

Nous tenons à remercier ici :

1° M. RIGOLLOT, directeur de l'Ecole, qui a bien voulu mettre à notre disposition toutes les épreuves qu'il possédait.

2° Le camarade AUBLÉ qui nous a adressé de sa lointaine résidence (Lamia, en Grèce) une épreuve de la promotion 1887, mais tirée en 1885 alors que cette promotion sortante était encore en 1^{re} année. La liste des élèves qui y figurent n'est pas tout à fait conforme à la liste des élèves sortants de l'Ecole inscrite sur l'Annuaire, car plusieurs n'ont pas terminé leurs trois années d'études, comme d'autres sont entrés directement en 2^e année. A défaut d'autre épreuve, nous publierons, en son temps, celle communiquée par notre dévoué camarade AUBLÉ.

3° Le camarade FERRIER qui nous a communiqué le groupe de la promotion 1901.

Il nous reste donc à solliciter une épreuve de chacune des promotions suivantes : 1868-69-70-73-74-75-76-77-80-81-83-84-86-87-88-89-90-92-93-96-97-98-99-1902-03.

Soirées. Conférences

Nos camarades sont informés que les soirées-conférences seront reprises dans le courant de janvier 1907. Nous espérons qu'ils se feront un plaisir d'y assister avec leur famille. Le bulletin de janvier donnera la date et le sujet de la première conférence de cet hiver.

Changements d'adresses et de positions

Promotion de 1897. — TOUCHEBEUF Joseph, ingénieur, 51, Knobelsdorffstrasse. Charlottembourg (Allemagne).

Promotion de 1902. — FÉLIX Victor, chimiste, aux Mines des Malines, à St-Laurent-le-Minier (Gard).

Promotion de 1905. — ABAL Jean, élève à l'Ecole supérieure d'électricité de Paris, 78, boulevard Montparnasse. Paris.

— . — LICOVS Henri, ingénieur, expert-adjoint au Bureau Véritas, à Dunkerque (Nord).

Naissance

Notre camarade Ludovic MELEY (1904) nous annonce la naissance de sa fille Charlotte. Nous adressons, en cette circonstance, aux heureux parents, nos plus vives félicitations, et au bébé nos meilleurs souhaits de santé.

Mariages

Nous enregistrons avec plaisir les mariages de :

Notre camarade Auguste SCHMIDT (1895), conducteur de travaux à la Cie P.-L.-M., au Coteau (Loire), avec Mlle Georgette TESNIER.

Notre camarade Armand COROLLEUR (1902), ingénieur attaché à la « Mutuelle Générale Française », au Mans (Sarthe) avec Mlle Amélie GÉRARD.

Nous adressons aux jeunes époux nos vœux sincères de bonheur.

Décès

Nous apprenons avec regret la mort de notre jeune camarade J.-B. MANGONNET (1903), décédé à Paris, où il accomplissait son service militaire. Nous adressons à sa famille, en cette douloureuse circonstance, nos bien sincères condoléances.

Oblitération des timbres de quittance

Le *Journal Officiel* du 11 novembre dernier, a publié la communication suivante du Ministère des Finances relative à l'oblitération des timbres mobiles sur effets de commerce :

D'après l'article 4 du décret du 19 février 1874, les timbres mobiles proportionnels pour effets de commerce doivent être annulés, au moment même de leur apposition, par l'inscription manuscrite, à l'encre noire usuelle et à la place réservée à cet effet, du lieu et de la date de l'oblitération et de la signature. Toutefois, l'article 5 de ce décret autorise les sociétés, compagnies, maisons de banque ou de commerce à faire usage d'une griffe apposée sur le timbre, à l'encre grasse, et faisant connaître le nom et la raison sociale, le lieu où l'oblitération est opérée et enfin la date (quantième, mois et millésime) à laquelle elle est effectuée.

L'emploi d'une encre grasse a été exigé parce que cette encre est seule susceptible d'assurer une oblitération durable du timbre.

Or, on vient de constater que les timbres dont il s'agit sont fréquemment oblitérés avec des encres de couleur qui ne sont pas grasses et s'altèrent au point que l'empreinte disparaît après une exposition un peu prolongée à la lumière.

On rappelle que cette pratique ne remplissant pas la condition de rigueur imposée par le décret du 19 février 1874 expose le souscripteur, le bénéficiaire, l'endosseur ou l'encaisseur de l'effet de commerce à une amende de 7 fr. 50 p. 100 (décime compris) du montant dudit effet.

TABLE DES MATIÈRES

Contenues dans les Bulletins des trois premières années.

Principes de la nouvelle organisation.....	N° 1
Le Radium, H. RIGOLLOT.....	N° 2
La Houille Blanche, conférence, par M. E. CÔTE.....	N° 3
La Corée, conférence, par M. E. BOURDARET.....	N° 4
Méthode différentielle de jaugeage, H. BELLET.....	N° 4
Sur l'acier électrique, P. PIERRON.....	N° 5
Les nouveaux tracteurs Scotte, J.-B.....	N° 6
Louis XIV à Lyon, conférence, par M. E. VINGTRINIER.....	N° 6
Calcul direct des poutres et des hourdis en béton armé, L. BAULT.....	N° 7
Notes sur la surchauffe, J. D.....	N° 8
Pont suspendu de Jons-Niévroz, L. BACKÈS.....	N° 8
Assemblée générale et banquet de novembre 1904.....	N° 9
Sur la navigation aérienne, M. HALLET.....	N° 9
L'Artillerie moderne, conférence, par M. le command ^t AUDEBRAND	Nos 10 et 11
La navigation aérienne par l'aviation, conférence par M. A. BOULADE	Nos 12 et 13
Le tunnel du Simplon, L. BACKÈS.....	N° 14
Réorganisation du service des travaux publics aux Colonies....	N° 15
Le traitement des brûlures par l'acide picrique.....	N° 15
Le Tramway Perrache-Croix-Rousse, G. BOUVIER.....	N° 16
Installation hydro-électrique de la Société Lyonnaise des Forces motrices du Rhône, H. B.....	N° 17
Remplacement de la traction à vapeur par la traction électrique sur le chemin de fer Liverpool-Southport, H. BELLET.....	N° 18
Comment se fait notre Bulletin.....	N° 19
Le premier Ingénieur-femme de France, H. de MONTRAVEL.....	N° 19
Assemblée Générale et Banquet de novembre 1905, L. B.....	N° 20
La suppression des passages à niveau de la ligne de Genève dans la traversée de Lyon, E. PRADY.....	N° 20
Annuaire 1905.....	N° 21
Au Canada Français, conférence par M. L. COUCHOUD.....	N° 22
Transport d'énergie de Toulon, H. B.....	N° 23

Sur les variations avec la température des spectres d'émission de quelques lampes électriques, P. VAILLANT	N° 23
Les Rayons, conférence, par MM. J. RAY et D ^r NOGIE	N° 24
La lampe électrique à vapeur de mercure Cooper Hewitt	N° 24
L'Air liquide, conférence, par M. G. CLAUDE	N° 25
Le Pilat et la distribution de l'eau dans la région stéphanoise, H. BELLET	N° 26
L'autoloc, A. REY	N° 26
Usine d'électricité de St-Denis de la Société d'électricité de Paris, L. P.	N° 27
Indicateur d'état de charge d'un conducteur électrique	N° 27
Niveau d'eau de précision H. Morin, système Leneveu simplifié L. B.	N° 28
Le petit moteur électrique, H. BUTHION	N° 29
Au pays de la houille blanche, A. L.	N° 29
La fabrication du sucre de betteraves, A. COQUET	N° 30
Assemblée Générale et Banquet de novembre 1906, L. B.	N° 31
Annuaire 1906	N° 31
De l'étude des Mathématiques, J.-B. MATHEY	N° 32
L'accumulateur électrique en 1906, Aug. CLEYET	N° 32
Conservation et dégradation de l'énergie, J. LAHOUSSE	N° 32
La production des rails de la terre, J. TOUCHEBEUF	N° 32

Publicité dans le Bulletin de l'Association

La page	60 fr. p ^r 12 insertions
La 1/2 page	35 » »
Le 1/4 de page	20 » »
Le 1/8 de page	10 » »

CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES
CHARPENTES EN FER

J. EULER & Fils

INGÉNIEUR E. C. L.

LYON — 296, Cours Lafayette, 296 — LYON

TÉLÉPHONE : 11-04

SERRURERIE POUR USINES ET BATIMENTS

PRESSOIR

RATIONNEL

A Levier et au Moteur

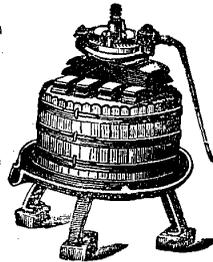
avec ou sans accumulateurs de pression

LIVRAISON DE VIS ET FERRURES SEULES

FOULOIRS A VENDANGE — BROYEURS A POMPES

50.000 Appareils vendus avec Garantie

PRESSOIRS BOIS — PRESSOIRS MÉTALLIQUES



MEUNIER Fils & Co, Constructeurs

INGÉNIEURS E. C. L.

35, 37, 39, rue Saint-Michel, LYON-GUILLOTIÈRE

CATALOGUE ILLUSTRÉ FRANCO SUR DEMANDE

Manomètres, Compteurs de Tours, Enregistreurs

Détendeurs et Mano-Détendeurs

POUR GAZ

H. DACLIN

INGÉNIEUR E. C. L.

1, Place de l'Abondance, 1

LYON

DEMANDES DE SITUATIONS

Pour tous renseignements ou toutes communications concernant le service des demandes et offres de situations, écrire à M. le Secrétaire de l'Association des Anciens E. C. L., 31, place Bellecour, Lyon.

AUTOMOBILES

N^{os} 82, 86, et 101. — Cherchent une situation dans l'industrie automobile.

CAPITAUX

N^{os} 69 et 90. — Jeunes gens disposant de quelques capitaux, cherchent une situation dans l'industrie.

CHARPENTES MÉTALLIQUES

N^{os} 55 et 99. — Désirent place dans la construction.

CONSTRUCTION MÉCANIQUE

N^o 43. — Désire place dessinateur ou emploi technique dans l'industrie.

N^{os} 97, 99 et 101. — Cherchent une situation dans la mécanique.

N^o 86. — On désire une situation, de préférence dans la partie commerciale, d'une usine de construction.

N^o 103. — Cherche un emploi de dessinateur-mécanicien.

ÉLECTRICITÉ — GAZ

N^o 25. — Cherche place d'ingénieur électricien, de préférence à l'étranger.

N^o 61. — Cherche emploi en électricité, station ou travaux d'éclairage.

N^{os} 84 et 105. — Cherchent situation dans l'électricité.

N^o 93. — Ingénieur au courant des transports d'énergie à hauts voltages ayant dirigé stations hydro-électriques et à vapeur, tant pour l'installation que pour l'exploitation, demande situation similaire.

N^o 101. — Désire emploi dans l'électricité.

N^o 102. — Cherche une situation de chef de station ou directeur d'usine électrique, de préférence en France.

Fonderies et Ateliers de la Courneuve

CHAUDIÈRES

BABCOCK - WILCOX

POUR TOUS RENSEIGNEMENTS

S'adresser à M. FARRA, Ingénieur E. C. L., 28, Quai de la Guillotière, Lyon

C^e pour la Fabrication des Compteurs
ET MATÉRIEL D'USINES A GAZ

COMPTEURS

Pour gaz, eau, et électricité

SUCCURSALE DE LYON

H. BOURDON, DIRECTEUR

INGÉNIEUR E. C. L.

246, avenue de Saxe, 246

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

Éclairage — Force motrice — Téléphones
Sonneries — Porte-voix

J. DUBEUF

INGÉNIEUR E.C.L.

6, rue du Bât - d'Argent, 6

LYON

Téléphone n° 28-01

BUREAU DES

Brevets d'Invention

LYON — Cours Morand, 10 (angle avenue de Saxe) — LYON

Directeurs : Y. RABILLOUD & Fils (Ingénieur E. C. L.)

Le Bureau se charge, en France et à l'Étranger, des opérations suivantes : Préparation et dépôt des demandes de Brevets, Dépôt des Marques de Fabrique, Modèles, Dessins industriels, etc. Paiement des annuités et accomplissement de toutes formalités nécessaires à la conservation et à la cession des brevets, marques, etc. Recherches d'antériorités, copies de Brevets, Procès en contrefaçon.

CHIMIE

- N° 31. — Désire situation de chimiste ou autre.
N° 68. — Demande place de chimiste, sept ans de pratique dans diverses industries.
N° 89. — Ingénieur ayant rempli pendant 13 ans les fonctions d'ingénieur d'usine (5 ans dans une très importante teinturerie et 8 ans dans une grande fabrique de produits chimiques), très au courant de la construction, de l'installation et de l'entretien du matériel, ainsi que de la direction du personnel, désire trouver une situation analogue.
N° 95. — Cherche situation de chimiste ou de directeur d'usine de produits chimiques, a 19 ans de pratique analytique dans différentes industries, dont 6 ans de sous-direction dans une grande papeterie.

DIVERS

- Nos 78, 79, 92, 98, 100, 105, 106, 107 et 108. — Cherchent situation dans l'industrie.

ÉLECTRO-CHIMIE — MÉTALLURGIE

- N° 54. — Cherche place dans l'électro-chimie ou la métallurgie.
N° 84. — Cherche situation dans l'électro-métallurgie.

PRODUITS RÉFRACTAIRES

- N° 56. — Demande situation de préférence chez un fabricant de carrelage et mosaïque.

REPRÉSENTATIONS INDUSTRIELLES

- N° 71. — Désire trouver une occupation, surveillance ou représentation ferait, au besoin, apport de capitaux.
-

FABRIQUE ET MANUFACTURE DE CUIVRERIE BRONZE ET FONTE DE FER

BÉGUIN & C^e. PERRETIÈRE

INGÉNIEURS CONSTRUCTEURS

E. C. L.

LYON - 5, 7, 9, Cours Vitton, 5, 7, 9 - LYON

APPAREILS ET ROBINETTERIE POUR EAU ET VAPEUR

FOURNITURE COMPLÈTE D'APPAREILS D'HYDROTHERAPIE

Envoi franco des Catalogues sur demande

Installations complètes de STATIONS THERMALES, BAINS-DOUCHES POPULAIRES

Fabrication spéciale de Pièces pour Automobiles : Carburateurs, Pompes, Graisseurs

GINDRE - DUCHAVANY & C^{ie}

18, quai de Retz, LYON

APPLICATIONS INDUSTRIELLES DE L'ÉLECTRICITÉ

ÉCLAIRAGE — TRANSPORT DE FORCE — ÉLECTROCHIMIE

MATÉRIEL C. LIMB

Traits, Lames, Paillons or et argent faux et mi-fins, Derage électrochimique

Imprimerie Lithographique et Typographique
PHOTOGRAVURE

COURBE-ROUZET

Ch. Rouzet, Ingénieur E. C. L.

à DOLE (Jura)

Catalogues - Affiches Illustrées - Tableaux-Réclame

P. DESROCHES, Représentant, 6, PLACE DE L'ÉGLISE

LYON-MONTCHAT

A. MARCHET

2, rue du Pont-Neuf, REIMS

COURROIE brevetée S. G. D. G. en peau, indestructible, inextensible, très adhérente, 3 fois plus résistante que celle en cuir tanné.

SPÉCIALITÉ DE

CUIRS DE CHASSE

Taquets brev. s. g. d. g.

LANIÈRES INDESTRUCTIBLES A POINTES RAIDES

TAQUETS EN BUFFLE, MANCHONS

EXPORTATION

Ascenseurs Stigler

ET

MONTE-CHARGES

de tous systèmes

L. PALLORDET

INGÉNIEUR E. C. L.

28, Quai des Brotteaux, 28

LYON

OFFRES DE SITUATIONS

10 octobre. — On demande un jeune homme avec apport de 20 à 25.000 francs pour la création d'une fabrique de cuirs factices.

3 novembre. — On demande à St-Fons un dessinateur ayant déjà quelque pratique et pouvant dresser de petits projets pour l'entretien d'une usine. S'adresser au camarade N. Grillet, 29, quai St-Gobain, à St-Fons (Rhône).

13 novembre. — On demande un jeune homme très sérieux, avec apport, pour s'associer et remettre en activité une usine de chaux et ciment. Le candidat serait Directeur de l'affaire. S'adresser au camarade H. Licoys, 2, rue des Alpes, à Valence (Drôme).

17 novembre. — On demande un dessinateur, au Havre, dans des chantiers de construction.

22 novembre. — On offre à louer, une belle usine, installation moderne, outillage perfectionné, force hydraulique de 15 chevaux, installée pour scierie mécanique, raboterie, commerce de bois et matériaux de construction, surface totale 6.000 mètres carrés dont 1.500 couverts et bâtis pour servir à l'habitation, à l'usine et aux hangars. Proximité de la gare P.L.M. — L'usine peut être transformée à volonté pour tout autre genre d'industrie. S'adresser au camarade E. Lambert, à la Royale, Crest (Drôme).

29 novembre. On demande à Munich un ingénieur connaissant les machines à gaz, les automobiles, l'électricité et les notions générales de la construction mécanique pour l'élaboration d'un dictionnaire technique. Appointements : environ 300 marks, suivant aptitudes.

8 décembre. — On demande, aux environs de Lyon, un ingénieur-électricien âgé de 30 ans environ, sérieux et connaissant déjà la spécialité. Appointements 250 fr. par mois.

10 décembre. — On demande deux ingénieurs avec chacun 50.000 fr. d'apport pour l'extension d'une marque d'antidérapants pour automobiles.

14 décembre. — On demande un capital de 40.000 fr. à 50.000 fr. pour reprendre et terminer les essais d'un brevet de compression et roulement des métaux à froid, permettant d'obtenir en une seule opération en passant directement du lingot au profil demandé, des barres pleines pour décolletage, tubes simples ou à ailettes ou profils quelconques.

Le commanditaire participerait pour une part sérieuse dans la vente du brevet.

Une importante Société traiterait dès les essais terminés.

S'adresser au camarade J. Blanchet, 123, rue de la Réunion, Paris.

FONDERIES DE BAYARD

à BAYARD, par Lamouville-à-Bayard (Haute-Marne)

A. Chatel, ancien élève de l'École Polytechnique, ADMINISTRATEUR-DÉLÉGUÉ

Travaux en fonte en tous genres. — Travaux de descente, vifs et ramifiés : Sanitaires, lourds et légers, et pièces pour machines de vapeur et chaudières de diverses formes, et ébouillage et cordons verticaux. — Travaux en fer et acier : à bras et au chalumeau, système Turquet, Laval, Somzee, Trifet. — Grilles en fonte de divers modèles et de construction : canalisées. — Caniveaux. — Colonnes pleines et creuses. — Plaqueaux de divers modèles et dimensions. — Plaqueaux cannelés et à rainures. — Regards d'égout. — Hélices à vis. — Châssis d'arbres. — Bancs de grilles. — Grilles d'égout. — Grilles de pontons. — Pédaliers. — Traverses de forges, etc., etc., etc. et en général toutes fontes sur plans, dessins ou modèles.

Représentant à Paris: M. J. DESTORCES, Ingénieur, 44, rue d'Amsterdam

Représentant pour l'étranger et les colonies: à Orléans, M. Aug. BROUSSON, 12, rue Marguerite; à Paris, M. SCHUMMERTHAU, 7, avenue de Paris.

Entreprise générale de Travaux électriques

ÉCLAIRAGE - FORCE MOTRICE - TÉLÉPHONES

Sommiers, Rente-voix et Paratonnerres

ANGLOISSE MAISON CHIFFREY ET RÉZARD ; ANGLAISSE MAISON CHARENTIQUX

L. PONCET & L. LACROIX

Téléphones 8741 — 7184

INGÉNIEUR E.C.L.

31, Rue de l'Hôtel-de-Ville, LYON

FONDERIE DE LIANVILLE ET THERMIDORE

Usine à Paris, cité BERNINI (11^e)

E. LOUYOT

Ingénieur des arts et métiers

103, rue de la Folie-Méricourt, PARIS

Téléphone: 261 PARIS 589447 (11^e)

Spécial pour réalisations électriques. — Barreaux pour de chaudières et locomotives. — Nickel pur et nickel plaqué sur fer. — Anneaux fondus et laminés. — Mallets et, Soupes laminées. — Laitons, alliés pour Aluminium. — Acier au Vanadium, Bric, Demi-bric, Similor, Cylindres, Tringles, carter, etc., etc., etc.

Ateliers de Chaudronnerie et de constructions mécaniques

SERVE FRÈRES

REPERE-DES-GLIERES (Loire)

CHAUDIÈRES À VAPEUR DE TOUTS SYSTÈMES

Appareils de toutes formes et de toutes capacités
 Travaux exécutés pour condenses d'eau et de gaz
 Châssis à bouillottes à double écartement, manivelles, etc., etc., etc.
 pour la combustion par les charbons
 Adresse télégraphique: SERVE-REPERE-DES-GLIERES

AUG. MORISSEAU

Mécanicien, à NANTES

TRAVAUX POLYGONAUX - FILIÈRES
 COUSSINETS-LUNETTES
 FORETS - FRAISES
 ARESOIRS HÉLICOÏDAUX

ALCOHOL

TÉLÉPHONE : 20-70, Urbain et interurbain — Télégrammes : CHAMPENOIS PART DIEU-LYON

FABRIQUE de POMPES & de CUIVRE

MAISON FONDÉE EN 1798

C. CHAMPENOIS

Ingenieur E. C. L.

3, Rue de la Part-Dieu, LYON

SPECIALITÉS : Pompes d'incendie, Pompes de puits de toutes profondeurs

BORNES-FONTAINES, BOUCHES D'EAU, POSTES D'INGENIEUR
POMPES D'ARROSAGE et de SOUTIRAGE des VINS

Manèges, Moteurs à vent, Roues hydrauliques, Moteurs à eau
POMPES CENTRIFUGES

BÉLIERS HYDRAULIQUES

Pompes à air, Pompes à acides, Pompes d'épuisement
Pompes à purin

Injecteurs, Ejecteurs, Pulsomètres

ROBINETTERIE ET ARTICLES DIVERS

POUR

Pompes, Conduites d'eau et de vapeur,
Services de caves,
Filatures, Chauffages d'usine et d'habitation
par la vapeur ou l'eau chaude,
Lavoirs, Buanderies, Cabinets de toilette,
Salles de bains et douches,
Séchoirs, Alambics, Filtres, Réservoirs

PIÈCES DE MACHINES

Machines à fabriquer les eaux gazeuses et Tirages à bouteilles et à Siphons

APPAREILS D'HYDROTHERAPIE COMPLÈTE A TEMPÉRATURE GRADUÉE

ALBUMS — ÉTUDES — PLANS — DEVIS

SPECIALITÉ

D'APPAREILS ET FOURNITURES POUR LA PHOTOGRAPHIE

Atelier de Construction

Ancienne Maison CARPENTIER

J. WAYANT, SUCC^R

16 bis, rue Gasparin, LYON

TRAVAUX POUR L'INDUSTRIE ET POUR MM. LES AMATEURS

Téléphone : 9.08

Télégrammes : WAYANT — LYON

E. KLEBER

INGENIEUR E. C. L.

Membre de la Société des Ingénieurs Civils de France

CONSEIL EN MATIÈRE DE

Bâtiments d'Usine

Fumisterie industrielle

Installations quelconques

77, avenue de St-Mandé, PARIS

TÉLÉPHONE : 922-82

Fonderie de Fonte malléable
et Acier moulé au convertisseur

FONDERIE DE FER, CUIVRE & BRONZE

Pièces en Acier moulé au convertisseur
DE TOUTES FORMES ET DIMENSIONS

Bâti de DYNAMOS

MONIOTTE JEUNE

à BONNOLAINE (Hte Saône)

TISSAGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTION

DIEDERICHS

OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR. — INGÉNIEUR E. C. L.

Société Anonyme au capital de 2.000.000 de francs entièrement versés

TÉLÉPHONE

BOURGOIN (Isère)

TÉLÉPHONE

INSTALLATIONS COMPLÈTES D'USINES POUR TISSAGE

GRAND PRIX à l'Exposition de Paris 1880 — GRAND PRIX, Lyon 1894 — GRAND PRIX, Rouen 1896

Adresse télégraphique et Téléphone : **DIEDERICHS, JALLIEU**

SOIE

Métiers pour Cuit nouveau modèle avec régulateur perfectionné à enroulage direct, pour Tissus *Unis, Armures et Façonnés*, de un à sept lats et un nombre quelconque de coups. — BREVETÉS S. G. D. G.

Mouvement ralenti du battant. — **Dérouleur automatique** de la chaîne. — BREVETÉS S. G. D. G.

Métiers pour Grège, ordinaires et renforcés. — **Métiers** nouveau modèle à chasse sans cuir. Variation de vitesse par friction et grande vitesse. — BREVETÉS S. G. D. G.

Métiers à enroulage indépendant permettant la visite et coupée de l'étoffe pendant la marche du métier. — **Métiers** à commande électrique directe. **Métiers** de 2 à 7 navettes et à un nombre quelconque de coups. — BREVETÉS S. G. D. G.

Ourdissoirs à grand tambour, à variation de vitesse par friction réglable en marche. — **Bobinoirs** de 80 à 120 broches. — **Machines** à nettoyer les trames. — **Cannetières** perfectionnées. — BREVETÉS S. G. D. G.

Doublours. — **Machines** à plier et à métrer. — **Dévidages**. — **Détran-**
cannoirs. — **Ourdissoirs** pour cordons. — BREVETÉS S. G. D. G.

Mécaniques d'armure à chaîne — **Mécaniques** d'armures à crochets. — **Mécaniques** Jacquard. — **Mouvements** taffetas perfectionnés. — **Métiers** à faire les remisses nouveau système. — BREVETÉS S. G. D. G.

COTON, LAINE, etc.

Métiers pour Calicot fort et faible. — **Métiers** à 4 et 6 navettes pour colonnades — **Métiers** à 4 navettes, coutil fort. — **Métier** pour toile et linge de table. — **Mouvements** de croisé. — **Mouvements** pick-pick à passées doubles. — **Ratières**. — **Machines** à parer, à séchage perfectionné. — BREVETÉS S. G. D. G.

Ourdissoirs à casse-fil. — **Bobinoirs-Pelotonnoirs**. — **Cannetières** de 50 à 400 broches perfectionnées. — BREVETÉS S. G. D. G.

Métiers pour couvertures. — **Métiers** pour laines à 1, 4 ou 6 navettes. — **Cannetières** pour laine. — **Ourdissoirs** à grand tambour jusqu'à 3^m 50 de largeur de chaîne. — BREVETÉS S. G. D. G.

Machines à vapeur, Turbines, Éclairage électrique, Transmissions, Pièces détachées, Réparations

INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE. — FONDERIE