

14)

7 15 R4

Collection honorée d'une
Subvention de l'Association
française pour l'avance-
ment des Sciences.

no 13.

768788

MUSEE
COMMERCIAL

MUSEE
COMMERCIAL

LA PRODUCTION ÉCONOMIQUE DE LA FORCE MOTRICE

PAR

le BUREAU TECHNIQUE du M. S. I.
(Association d'Ingénieurs spécialistes)

Collection honorée d'une Sub-
vention de l'Association française
pour l'avancement des Sciences.

2^e Partie

LES FORCES ARTIFICIELLES

(Moteurs et Turbines à vapeur et à gaz)

Bibliothèque Pratique

du

MOIS SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIEL

2, rue Nouvelle

PARIS-9^e

Comité de Patronage du M. S. I.

(Font également partie du *Comité de Fondation* les personnalités dont le nom est précédé d'un F et qui ont de leurs propres deniers subventionné notre œuvre à ses débuts.)

F. † M. B. **ABDANK-ABAKANOWICZ**, ing.-conseil.
 M. le professeur E. **ARNOLD** (Allemagne)
 M. le docteur **D'ARSONVAL**, de l'Institut, professeur au Collège de France.
 M. Henri **BECQUEREL**, membre de l'Institut.
 M. André **BLONDEL**, ing. des Ponts et Chaussées, prof. à l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées.
 M. le professeur **BRANLY**.
 F. M. Adolphe **CARNOT**, membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines.
 M. Jules **CARPENTIER**, président de l'Association française pour l'avancement des sciences.
 M. le professeur **COLOMBO**, président de l'Association électro-technique italienne.
 M. **DAVANNE**, président de la Société française de Photographie.
 M. Marcel **DEPREZ**, membre de l'Institut, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.
 M. le professeur **DU BOIS** (Hollande.)
 F. M. C. M. **GARIEL**, membre de l'Académie de Médecine, professeur à l'Ecole de Médecine.
 F. M. Eric **GÉRARD**, directeur de l'Institut électro-technique Montefiore, Liège (Belgique).
 F. M. **HATON DE LA GOUPILLÈRE**, membre de l'Institut.
 M. M. **HUTIN**, ingénieur des Ponts et Chaussées, **L'INSTITUT INTERNATIONAL DE BIBLIOGRAPHIE**, de Bruxelles.
 M. Paul **JANET**, directeur de l'Ecole supérieure d'Electricité.

M. le professeur Gisbert **KAPP** (Allemagne).
 Lord **KELVIN** (Sir W. **THOMSON**).
 M. le professeur docteur **KITTLER** (Allemagne).
 F. M. Ch. **LAUTH**, directeur de l'Ecole de Physique et Chimie industrielles de Paris.
 F. M. **LÉAUTÉ**, membre de l'Institut.
 M. Maurice **LEBLANC**, à Paris.
 M. Michel **LEVY**, président de la Commission des laboratoires d'essai du Conservatoire des Arts et Métiers.
 F. M. G. **LIPPMANN**, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences de Paris.
 F. † M. J. **MAREY**, membre de l'Institut.
 M. **MASCART**, membre de l'Institut, professeur au Collège de France.
 M. **MONNIER**, professeur à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures.
 M. de **NERVILLE**, ingénieur des Postes et Télégraphes.
 F. † M. A. **POTIER**, membre de l'Institut, professeur à l'Ecole nationale des Mines.
 M. le **GÉNÉRAL SEBERT**, membre de l'Institut.
 M. le professeur C.-P. **STEINMETZ** (Etats-Unis d'Amérique).
 M. le professeur Elihu **THOMSON** (Etats-Unis).
 M. **TISSERAND**, directeur honoraire de l'agriculture, conseiller d'Etat.
 F. M. **VIOLLE**, membre de l'Institut.
 M. le professeur H.-F. **WEBER** (Suisse).
 M. le professeur **ZICKLER** Autriche-Hongrie.

Comité de Fondation du M. S. I.

M. **BERNARD**, ex-ingénieur aux établissements Kulmann.
 M. Ch. **BURTON**, ingénieur-électricien.
 M. **BARDON**, ingénieur-électricien.
 MM. **BLANZY-POURE** et C^{ie}.
 M. **BOLLAERT**, ingénieur des Mines.
 MM. **CHAUVIN** et **ARNOUX**, construct.-électriciens.
COMPAGNIE GÉNÉRALE DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES.
COMPAGNIE GÉNÉRALE DES PRODUITS CHIMIQUES DU MIDI.
 M. W. **DE CONINCK**, professeur de chimie à l'Université de Montpellier.
 MM. les fils de A. **DEUTSCH**, de la Meurthe.
 M. **FLEURY DE LESSEPS**, industriel à Bordeaux.
 M. Hippolyte **FONTAINE**, ingénieur-conseil.
 M. Alexandre **GRAMMONT**, construct.-électricien.
 M. **ITIER**, ingénieur-chimiste.
 M. **JAVAUX**, administrateur de la Société Gramme.
 M. E. **LABOUR**, ingénieur-électricien.
 M. Aug. **LALANCE**, administrateur délégué du Secteur de Clichy.
 M. **LANDRIN**, fabricant de sucre.

M. L. **LE CHATELIER**, président du Conseil d'administration de la Société des anciens établissements Cail.
 M. A. **LUMIÈRE** et ses fils, de Lyon.
 MM. **MENIER**, ingénieurs-électriciens.
 M. Ferdinand **MEYER**, D^r du Secteur Edison.
 MM. **PLEYEL**, **WOLF**, **LYON** & C^{ie}.
 MM. **RADIQUET** et **MASSIOT**, constructeurs de précision.
 M. J. **RICHARD**, constructeur de précision.
 MM. **SAUTTER** et **HARLÉ**, constructeurs-électriciens.
 M. Ed. **SAUVAGE**, ingénieur en chef des Mines.
 Société des établissements **WEYHER** et **RICHEMONT**.
 Société anonyme des **ANCIENS ÉTABLISSEMENTS PARVILLÉE Frères & C^{ie}**.
 Société des Hauts Fourneaux, Forges et Acieries du **SAUT-DU-TARN**.
 M. **SERNET-SOLVAY**, de Bruxelles.
 M. E. **SOLVAY**, de Bruxelles.
 M. **SOSNOWSKI**, administrateur de la Société des Turbines de Laval.
 M. **TOBLER**, professeur à l'Ecole Polytechnique de Zurich.
 M. Lazare **WEILLER**, ingénieur.

Le **Mois Scientifique et Industriel** résume, en extrayant tous les renseignements pratiques, les articles techniques publiés dans les revues du monde entier, il accompagne ses résumés des figures, schémas ou abaques utiles au lecteur. Il signale en outre tous les articles importants d'un caractère trop spécial pour être résumés, mais en indiquant toujours d'une façon absolument complète où les articles originaux ont été publiés.

N° Bib 3864731-101544

9. Feb. 15
pag. 3

Monographie
N° 14

BHIC 34

La Production Economique de la FORCE MOTRICE

DEUXIÈME PARTIE



LES MOTEURS THERMIQUES

Nous avons examiné dans une première partie les moteurs qui transformaient en énergie mécanique, l'énergie potentielle de sources que nous pouvons considérer comme impérissables.

Nous allons maintenant passer en revue ceux transformant l'énergie calorifique des combustibles qui constituent de par leur nature même, ainsi que nous l'avons vu au commencement de la première partie, des sources d'énergie tarissables.

La nature de cette question est beaucoup trop vaste pour qu'une simple monographie puisse avoir d'autre prétention que de passer rapidement en revue les divers procédés employés pour obtenir ce résultat et d'indiquer les résultats qu'au point de vue économique, on a aujourd'hui réalisés. C'est dans cet esprit que nous examinerons successivement les machines à vapeur et les moteurs à explosion

Nous insisterons plus particulièrement sur les turbines à vapeur et les installations de moteurs à gaz pauvre, dont le développement est considérable et dont les applications prennent actuellement une extension de plus en plus grande. Nous laisserons volontairement à part les installations utilisant les gaz des hauts fourneaux et des fours à coke dont l'emploi s'est cependant, depuis 1900, répandu d'une façon prodigieuse car cette question est plutôt du domaine de la métallurgie. Enfin nous n'examinerons que les moteurs industriels, c'est-à-dire que nous ne parlerons pas de tout ce qui concerne les moteurs affectés à la navigation.

Nous terminerons ce rapide exposé par une comparaison succincte au point de vue de l'économie, de la consommation et de la sûreté du fonctionnement entre les machines à vapeur et les moteurs à explosion.

MACHINES A VAPEUR

Nous ne rappellerons pas la genèse de la machine à vapeur. Cet historique ne convient pas ici, où nous avons surtout en vue de signaler des résultats pratiques. D'ailleurs chacun sait que Denis Papin a découvert le premier la force élastique de

la vapeur et que c'est à Watt que l'on doit la réalisation d'un appareil réellement pratique pouvant l'utiliser.

Généralités sur les machines à vapeur. — Bien que nous désirions n'examiner cette question qu'au point de vue *pratique*, nous sommes cependant obligés de consacrer quelques lignes à la question *théorique*. Le peu que nous consacrerons à ce sujet permettra d'ailleurs de se rendre compte beaucoup plus facilement de l'économie du fonctionnement des moteurs thermiques en général.

On sait comment la vapeur d'eau est obtenue, et nous avons déjà examiné (1) quelle difficulté on éprouvait à la produire économiquement dans les chaudières. Cette opération a pour but de transmettre la puissance calorifique du charbon à la vapeur d'eau et l'on sait que le nombre des calories qu'entraîne 1 kg de vapeur d'eau est fourni par la formule

$$\lambda = 606,5 + 0,305 t$$

t étant la température de la vapeur saturée.

Ainsi, de la vapeur à la pression de 8 kg ayant une température de 170°, 1 kilogramme de cette vapeur contient

$$\lambda = 606,5 + 0,305 \times 170$$

donc $\lambda = 658,35$.

Il faut remarquer immédiatement que sur ces 658,35 calories, 606,5 représentent ce qu'il a fallu dépenser pour transformer l'eau en vapeur, sans modifier ni sa température ni sa pression et n'étant pas utilisées dans le cylindre de la machine à vapeur, ce sont par suite seulement les 51,85 calories restantes qui pourront servir dans les machines à vapeur, à produire du travail mécanique. On se rend donc immédiatement compte que le *rendement thermique*, c'est-à-dire la proportion de la chaleur contenue dans la vapeur qui est transformée en travail utile est extrêmement réduite. En admettant ici que le kilog. de vapeur considéré soit *entièrement utilisé* dans un moteur dont le *rendement mécanique*, c'est-à-dire la proportion du travail appliqué sur le piston qui est récupéré sur l'arbre, s'élèverait au chiffre impossible de 100%, le rendement thermique ne serait que de

$$\frac{51,85}{658,35} = 7,8 \%$$

Si le rendement mécanique n'était que de 90%, le rendement thermique ne serait plus que de 7%.

Quoi qu'il en soit, la vapeur obtenue est envoyée dans les cylindres de la machine à vapeur et y arrive à une pression sensiblement égale, généralement, à celle qu'elle avait en quittant la chaudière. Elle se détend en poussant le piston et en produisant un certain travail.

Les différentes phases du travail de la vapeur dans les cylindres des machines, sont représentées par des diagrammes, qui sont la photographie exacte des diverses transformations que prend la vapeur à l'intérieur du piston.

Théoriquement, le diagramme devrait avoir toujours une forme se rapprochant le plus possible de la forme type. Il n'en est pas ainsi par suite d'influences diverses dont les principales sont : la *chute de pression* due au laminage de la vapeur à travers les organes de distribution ou par suite des résistances causées par l'étranglement des conduits, et la *condensation* de la vapeur, due à son contact avec le cylindre, la tige du piston.

On s'efforce d'y remédier, soit en munissant les cylindres d'enveloppe de vapeur, soit en effectuant la détente dans plusieurs cylindres, soit en surchauffant la vapeur.

(1) L'Economie dans la Chaufferie, par le Bureau Technique du M. S. I.

LES MACHINES ALTERNATIVES

Ces mécanismes se composent essentiellement d'un ou de plusieurs cylindres disposés soit horizontalement, soit verticalement et dans lesquels se déplace un piston relié par une tige à une bielle qui transmet son mouvement à un arbre par l'intermédiaire d'une manivelle.

Les machines horizontales présentent les avantages importants d'une grande accessibilité qui rend leur visite et leur entretien faciles. Par contre, la disposition du piston tend à produire l'ovalisation du cylindre, et l'encombrement de ces machines est toujours important (fig. 1).

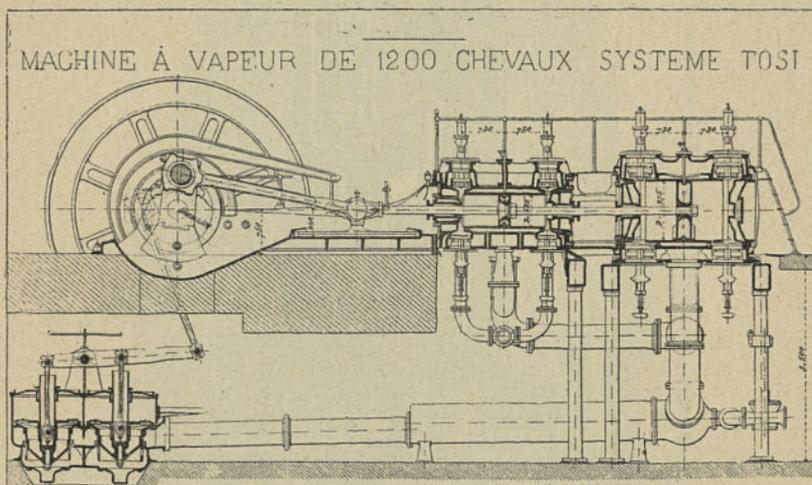


FIG. 1.

Les machines verticales occupent au contraire très peu de place, et nécessitent des fondations plus réduites. Mais elles sont d'une visite moins facile et elles exigent pour leur entretien et leur surveillance l'établissement de plate-formes élevées.

Pour les petites installations, les moteurs verticaux seront généralement les plus avantageux. Ils sont de plus en plus employés aujourd'hui où l'accouplement direct des moteurs aux génératrices électriques a conduit à étudier des moteurs dits à grande vitesse qui permettent l'emploi de dynamos de dimensions réduites. Les moteurs Belleville et Boulte-Larbodière présentent à ce point de vue des dispositions spéciales imposées par les conditions tout à fait particulières dans lesquelles ces moteurs fonctionnent. (1)

Ces moteurs sont du type à double effet, c'est-à-dire que la vapeur agit successivement sur les deux faces des pistons. L'emploi de courses réduites et de tiroirs cylindriques a permis de réaliser des vitesses atteignant 700 tours pour des moteurs de 9 chevaux et 250 tours pour des moteurs à 1200 chevaux. Tous les organes mobiles sont entièrement enfermés dans une caisse et le graissage, exigé par ces allures presque fantastiques, est obtenu au moyen d'un courant d'huile envoyé sous forte pression par une pompe entre toutes les parties frottantes. (fig. 2)

(1) Dall, Les machines à vapeur rapides, *Bulletin de la Société d'Encouragement*, 1899.
Marshall, Les diagrammes des machines à grande vitesse, *The Engineer* mars 1903.

On construit également des machines verticales à grande vitesse à double effet. Les machines anglaises Willans en sont le prototype, mais elles exigent pour bien fonctionner une construction parfaite. (fig. 3) On a pu les installer dans des locaux habités, sans redouter des trépidations gênantes pour le voisinage.

Nous avons signalé que la distribution des moteurs à grande vitesse s'effectuait au moyen de tiroirs cylindriques. Ce dispositif est en effet fréquemment employé

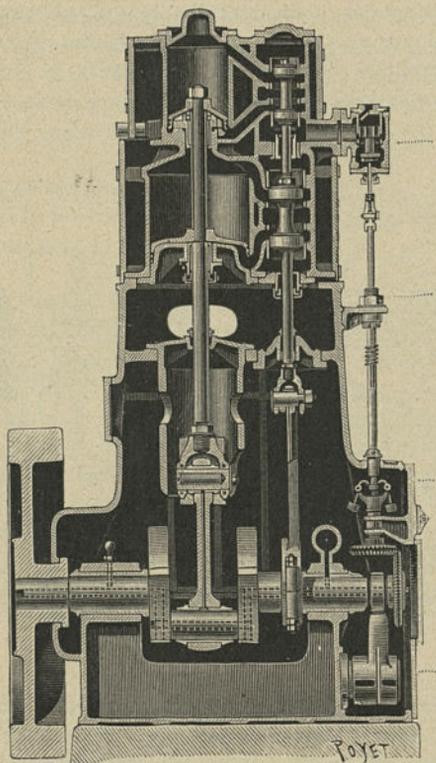


FIG. 2.

aujourd'hui. En tous cas, l'on réserve les distributions du genre Corliss ou du genre Sulzer aux machines à allure moyenne ou lente. Les distributions Sulzer, où des soupapes constituent les organes d'admission et d'échappement de la vapeur, sont d'un emploi plus facile avec les surchauffes élevées que l'on cherche à réaliser aujourd'hui.

On peut cependant considérer que l'on est arrivé à réaliser au point de vue mécanique une perfection qu'il semble difficile de dépasser avec cette catégorie de moteurs, et les économies que l'on cherche s'obtiennent, ainsi que nous l'avons déjà dit, soit en garnissant les cylindres d'enveloppes de vapeur, soit en faisant détendre la vapeur dans plusieurs cylindres, soit en utilisant la marche à condensation, soit enfin en employant la vapeur surchauffée.

Enveloppes de vapeur. — Les enveloppes de vapeur ont pour but d'élever la température du cylindre, principalement au moment de l'admission où la condensation qui se produit est maxima. Il y aurait donc intérêt à toujours munir les fonds des

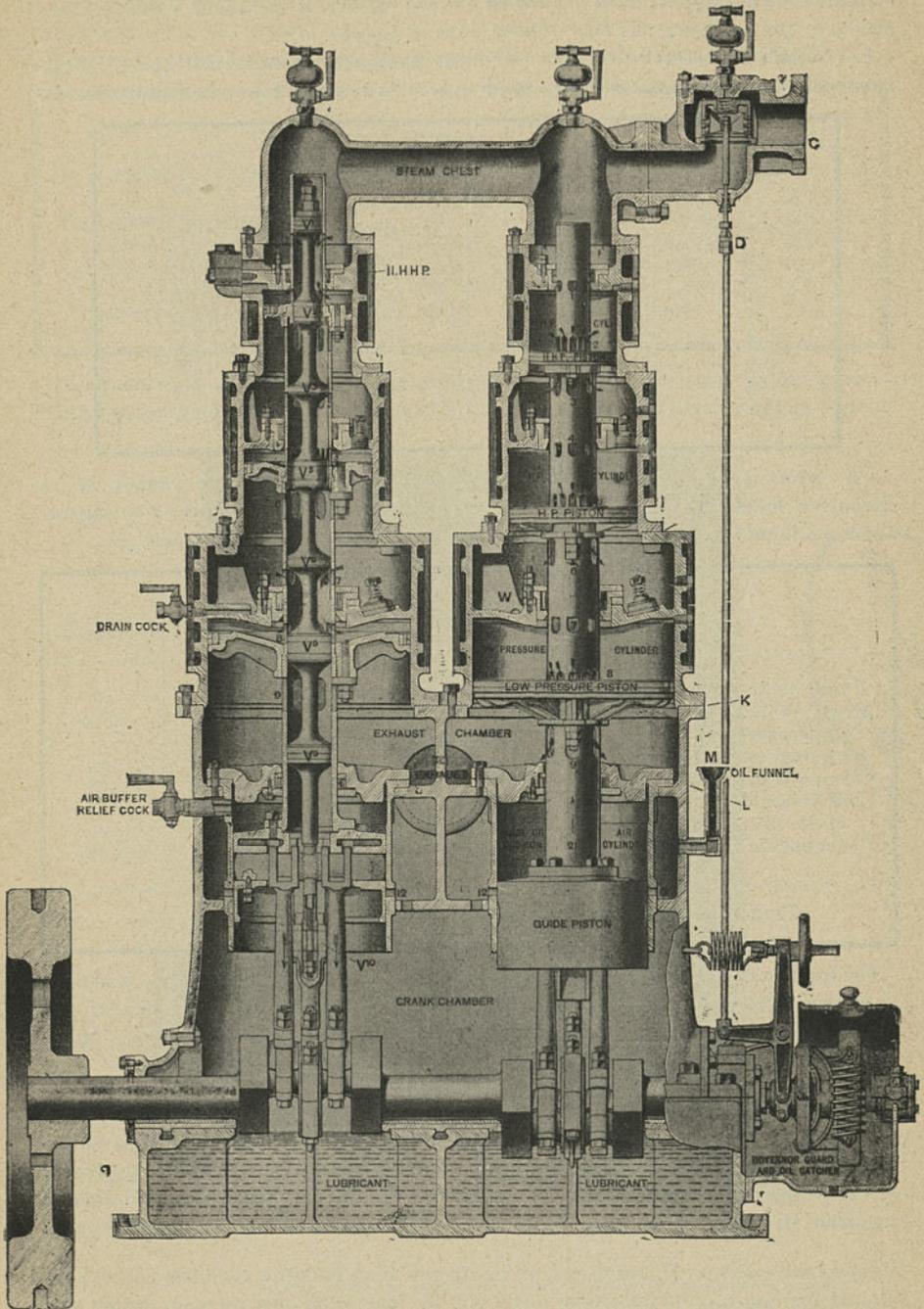


FIG. 3.

Steam chest = Arrivée de vapeur. Low pressure cylinder = Cylindre basse pression. Low pressure piston = Piston basse pression. Guide piston = Piston guide. Crank chamber = Chambre des manivelles. Exhaust chamber = Chambre d'échappement. Exhaust = Echappement. Oil funnel = Graisseur. Drain cock = Graisseur. Lubricant = Lubrifiant. Governor guard and oil catcher = Chambre de protection du gouvernail et chambre à huile.

cylindres d'enveloppes, dans lesquelles on fera arriver de la vapeur à température élevée et qui ne devra pas être utilisée dans le moteur. (1)

Les essais suivants effectués sur des machines monocylindriques Corliss, montrent les consommations de vapeur que l'on réalise dans ces conditions (2).

PUISSANCE développée	Nombre de tours	Pression	Consommation par cheval indiqué heure
chevaux		kilogs	kilogs
59,57	78,80	6,250	7,105
65,70	74,68	6,000	7,120
91,65	68,85	6,480	7,122
117	61	6,291	6,880
145,14	66,59	6,250	6,750
197,10	60	6,500	6,480
205	65,24	6,992	6,670
390	75	6,100	6,757

On envoie généralement dans les enveloppes la vapeur vierge venant de la chaudière, mais on augmente encore leur influence en surchauffant cette vapeur, ainsi que le montrent les résultats suivants obtenus par l'ingénieur Guzzi (3):

DÉSIGNATION	Avec circulation ordinaire	Avec circulation surchauffante
Force de la machine, en chevaux effectifs.....	25	26
Pression de la vapeur à son arrivée au cylindre, en kgs.	3,850	3,820
Température de la vapeur dans la boîte de distribution, en degrés centigrades.....	150	149
Température de circulation, en degrés centigrades.....		199
Différence de température entre les vapeurs de travail et de circulation, en degrés centigrades.....		50
Dépense de vapeur par cheval-heure effectif, en kgs....	10,670	8,880
Economie due à la circulation surchauffante.....		17 %

On voit, qu'en tous cas, il sera nécessaire de garnir les cylindres des machines à vapeur d'enveloppes isolantes efficaces. On utilise souvent dans ce but des planchettes en chêne maintenant une couche d'air stagnant de 1 centimètre d'épaisseur environ entre elles et la paroi extérieure du cylindre.

Détente. — On emploie également la détente dans deux ou trois cylindres. On a même établi des types à quadruple expansion (moteur Bourdon). En effet, la pression de la vapeur baissant dans chaque cylindre, sa température diminue également et l'écart entre la température de la vapeur et celle des parois des cylindres se réduisant de plus en plus, les condensations ont de moins en moins d'importance. Il

(1) Compère, *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, novembre 1902.

(2) *Practical Engineer*, 13 janvier 1905.

Etat de la vapeur à la fin de l'émission, *Génie Civil*, 1899.

De la condensation de la vapeur dans les cylindres des machines motrices, *Génie Civil*, 1899.

Du rôle de l'enveloppe dans les machines à vapeur, *Génie Civil*, 1899.

Rapport sur une étude du rôle de l'enveloppe, *Bulletin de la Société d'Encouragement*, 1899.

(3) *Revue industrielle*, 3 novembre 1887.

faut cependant pour que la détente soit avantageuse, employer de la vapeur ayant une pression initiale élevée. (1)

Dans ces conditions on obtient en moyenne les consommations suivantes (2) :

TYPE DE LA MACHINE	Puissance	Nombre de tours	Pression de la vapeur	Consommation par cheval-heure
	chevaux		kilogs	kilogs
Compound, soupapes	123,086	75,451	6,826	6,423
Compound Corliss	165,81	78,14	6,428	6,821
Compound Corliss	536,66	74,26	11,500	6,011
Triple expansion, soupapes ...	277,09	64,468	5,80	5,673
Triple expansion Corliss	386,52	71,159	10,80	5,74

Condensation. — La marche avec condensation est un autre moyen qui permet d'augmenter la détente de la vapeur. Ici, au lieu d'élever la pression de la vapeur

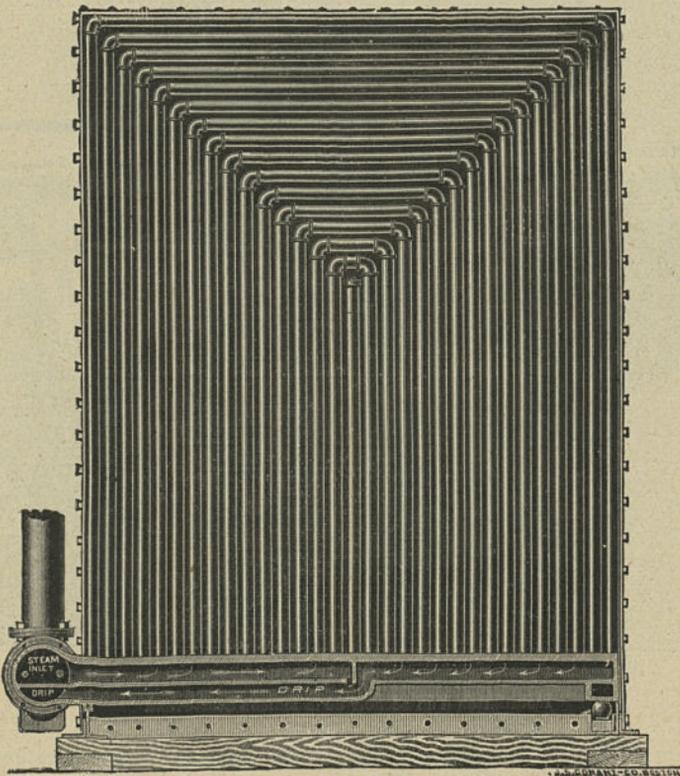


FIG. 4.

admise, on réduit la pression de la vapeur à l'échappement. Il y a cependant en tout une limite, mais un vide de 60 cent. de mercure correspond à une marche très satis-

(1) Economie relative des machines à triple et à quadruple expansion. *Mechanical World*, 1900
Essai d'une machine compound. *Revue de mécanique*, avril 1903.

(2) Compère, *Bulletin de la Société des Ingénieurs Civils*, novembre 1902.

faisante et permet de réaliser une économie appréciable. En outre, pour une même machine la condensation est d'autant moins avantageuse que la pression de la vapeur à l'admission est plus élevée. (1)

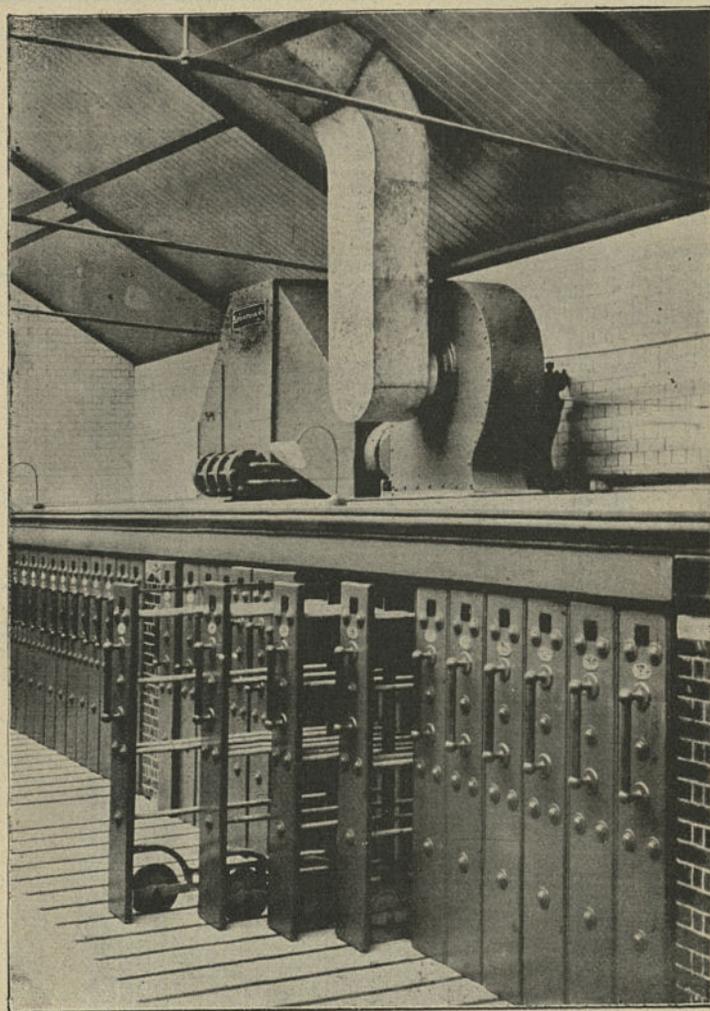


FIG. 5.

Installation d'un séchoir de la maison Sturtevant.

Cependant, bien qu'elle présente des avantages certains, la condensation ne s'est pas aussi répandue que les bénéfices qu'elle permet de réaliser auraient pu le laisser supposer. Elle nécessite certainement l'emploi d'une quantité d'eau assez importante : 40 litres par kilog. de vapeur à condenser. Mais cette dépense, jointe à celle provenant du travail de la pompe à air du condenseur, permet encore de réduire la

(1) Influence du degré de vide sur l'économie de vapeur. *Engineering Magazine*, mai 1905.

Dispositifs pour la condensation dans les centrales. *Journal of Institution of Electrical Engineers*, avril 1905.

consommation de vapeur de 20% environ. D'ailleurs l'emploi des réfrigérants qui permettent l'utilisation continue de la même eau, réduit à l'amortissement d'un appareil peu coûteux le prix de l'eau nécessaire pour la condensation. La condensation permet aussi de marcher à plus basse pression ou bien, lorsque la machine à échappement libre devient insuffisante, elle en augmente la puissance. On pourrait souvent, à peu de frais, s'éviter le remplacement d'un moteur surchargé.

La condensation peut se faire de deux façons, par mélange ou par surface. Le premier procédé est fréquemment employé, parce qu'il permet une consommation moindre d'eau et surtout parce qu'il évite l'emploi d'un condenseur à surface qui est toujours onéreux. L'emploi de celui-ci présente cependant des avantages d'une importance telle que son emploi devrait être beaucoup plus répandu qu'il ne l'est réellement. Il permet en effet d'obtenir à la condensation de l'eau mélangée de matières grasses il est vrai, mais dont on peut la débarrasser assez facilement pour en permettre ensuite l'emploi pour l'alimentation des chaudières. On évite ainsi l'emploi d'eau impure qui détermine le dépôt de boues dans les chaudières et qui sont la cause générale de coups de feu et de consommations exagérées de combustible.

Si l'eau n'est pas facile à obtenir, on pourra utiliser simplement l'air qui, en s'échauffant au contact du condenseur, produira le refroidissement cherché. Il pourra être soit perdu, soit plutôt utilisé pour le chauffage des ateliers en hiver ou envoyé dans des séchoirs (fig. 4 et 5). Cette récupération de la chaleur dégagée par la vapeur en se condensant permet de réaliser une grande économie et transforme par ce seul fait le moteur à vapeur d'un rendement que nous avons vu si réduit, en une machine qui utilise intégralement la chaleur qui lui est envoyée sous la forme de la vapeur.

Le tableau suivant montre les différences de consommation des machines sans et avec condensation. (1)

Machine sans condensation			Machine avec condensation		
	Rendement mécanique	Consommation par cheval-heure effectif		Rendement mécanique	Consommation par cheval-heure effectif
<i>Machine monocylindrique</i> pression : 7-8 atm.			<i>Machine monocylindrique</i> pression : 7-8 atm.		
jusqu'à 20 chevaux.	70 %	28-19	jusqu'à 50 chevaux.	72-81 %	16-13
— 100 —	75-80	19-15	— 100 —	80-82	13-12
— 200 —	85-88	15-13,5	— 200 —	82-85	12-11
<i>Machine compound</i> pression : 9-10 atm.			<i>Machine compound</i> pression : 9-10 atm.		
jusqu'à 100 chevaux.	82-84	14-13	jusqu'à 100 chevaux.	78-80	11-10
— 250 —	84-85	13-12,5	— 250 —	80-82	10-9
— 500 —	85-87	12,5-12,1	— 500 —	82-84	9-8,6
— 1.000 —	87-90	12,1-11,1	— 1.000 —	84-86	8,6-7,9
			<i>Machine triplex</i> pression : 11-12 atm.		
			jusqu'à 100 chevaux.	77-79	9,1-8,6
			— 500 —	80-83	7,5-7
			— 1.000 —	83-86	7 - 6,1

Surchauffe. — La surchauffe a pour objet de fournir à la vapeur une quantité

(1) Faut-il ou non avoir recours à la condensation. *American Electrician*, juin 1902.

Dow. Pratique de la machine à condensation. *Journal of Association of Engineering Society*, mars 1902.

Nachman. Théorie de la tour de condensation. *Power*, décembre 1903.

Calcul du poids de l'eau nécessaire pour un condenseur. *Engineering Times*, mars 1905.

supplémentaire de chaleur, sans modifier sa pression, afin de diminuer les condensations à l'admission (1).

L'emploi de la vapeur surchauffée permet donc de réduire les inconvénients que présentent des machines imparfaites. On a même pu constater que la surchauffe donnait parfois un bénéfice supérieur à celui que laissait prévoir la théorie. Ce résultat, qui n'avait d'anormal que l'apparence, provenait de ce que l'économie réalisée était due non à la surchauffe elle-même, mais à la diminution de pertes importantes que son emploi réduisait dans une notable proportion. Par suite, il arrive que l'emploi de la vapeur surchauffée est d'autant plus avantageux, que le fonctionnement thermique du moteur était jusque-là moins satisfaisant. La surchauffe de la vapeur présente donc un progrès certain et les résultats suivants montrent l'économie qu'elle permet de réaliser sur l'emploi de la vapeur saturée. Il faudra cependant tenir compte que les chiffres ci-dessous ont été obtenus non en marche industrielle, mais en *marche d'essai*.

TYPE DE LA MACHINE	Travail indiqué, en chevaux	Pression de la vapeur	Degré de surchauffe	Température de la vapeur	Consommation par cheval-heure indiqué
<i>Vapeur saturée.</i>					
	chevaux	kilogs			kilogs
Carrels frères, 1888	252	5,35	»	»	5,77
— 1891	137	6	»	»	5,86
— 1892	417	7,28	»	»	5,77
— 1900	1275	8,68	»	»	5,42
Compound Corliss	557,3	7,25	»	166,6	8,50
— Sulzer	574,44	7,25	»	166,8	6,76
Triplex Corliss	805,193	12	»	188,5	5,74
Compound van der Ker- chove	219,03	10	»	180,3	5,47
<i>Vapeur surchauffée.</i>					
Carrels compound, 1898 . .	271,69	7,5	106°	173	4,96
— 1898	328,8	8,4	175	347	4,40
— 1900	716	8,9	138	312	4,64
— 1902	250,6	8	171	340	4,46
— 1902	395,5	9	172	346	4,50
Compound Corliss	577,7	7,5	63,4	230	6,75
— Sulzer	581,7	7,5	72,2	239	5,63
Triplex Corliss	800,19	12,4	99,5	288	4,67
Compound van der Ker- chove	215,19	10,3	171,88	352,18	4,02

Nous donnons également les résultats des essais suivants qui, portant sur les mêmes machines, permettent mieux de se rendre compte de l'économie que donne la surchauffe (2).

(1) Emploi de la vapeur surchauffée. *Electricity*, mai 1902.

Les machines à vapeur surchauffées. *Bulletin de la Société d'Encouragement*, septembre 1901.

Application de la surchauffe aux machines à vapeur. *Revue de mécanique*, 1897-1898.

(2) Compère. *Bulletin de la Société des Ingénieurs Civils*, novembre 1902.

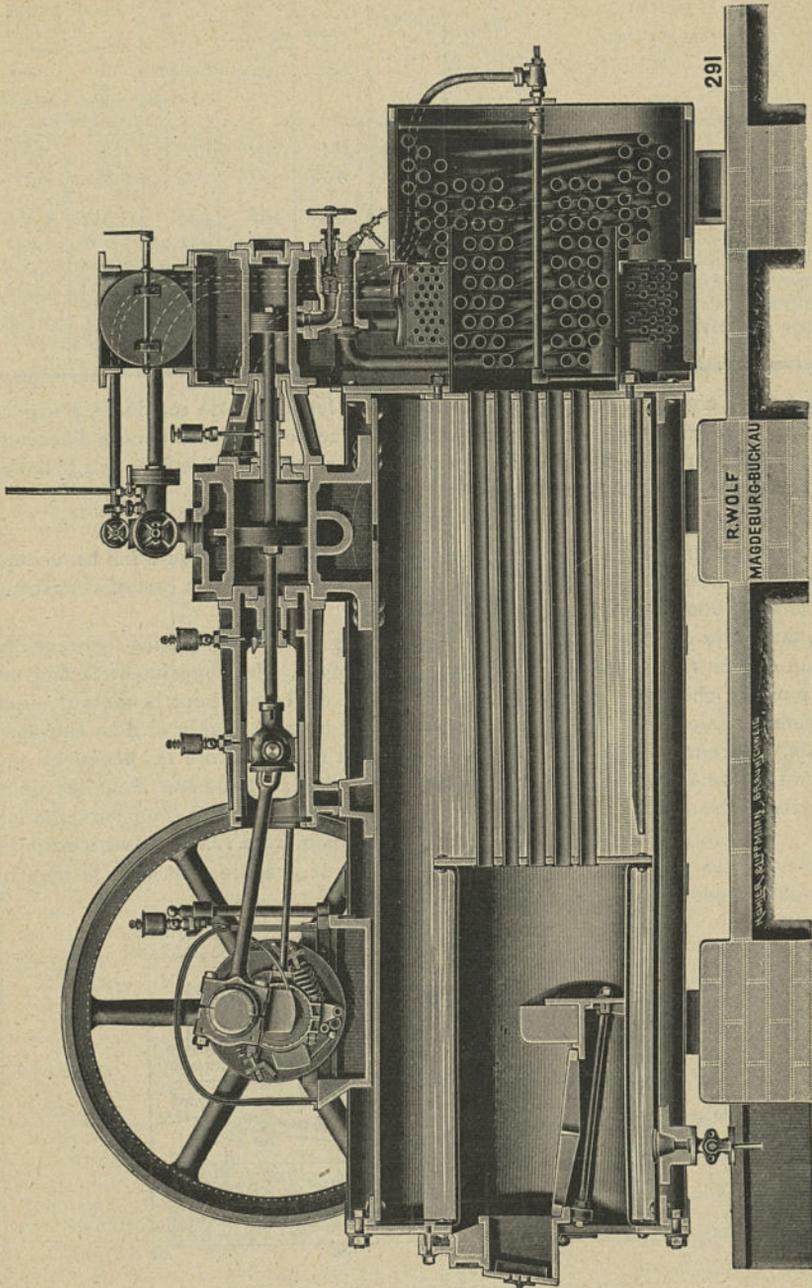


FIG. 6.

Type de la machine	Puis- sance	Nombre de tours	Pres- sion de la vapeur	Tempé- rature corres- pondante	Tempé- rature de la vapeur à arrivée à la machine	Consommation par cheval indiqué heure	
						avec sur- chauffe	sans sur- chauffe
			kgr.	degrés	degrés	kgr.	kgr.
Corliss jumelle.	118,88	56,740	4,77	157°	247°	8,69	9,78
Horizontale compound, 4 ti- roirs.	304	56,558	6,48	167	209	6,661	8,306
Corliss monocylindrique . . .	308,87	60,150	4,56	155,8	221,25	7,136	8,641
2 Woolf à balancier jumelles.	441,46	25,825	6,00	164	224,6	8,018	9,799
Compound à tiroirs plans . . .	682,75	53,81	6,50	167	214,1	7,263	9,922
Compound Frikart	758,54	64,35	5,60	162,1	246,56	6,437	7,510
Triple expansion Corliss . . .	801,10	69,98	15,35	188,6	234,4	5,040	5,969

Ces brèves considérations s'appliquent à tous les types de machines à vapeur alternatives et les progrès que l'on a réalisés ou que l'on s'efforce encore d'obtenir, ont pour but de réduire les phénomènes parasites qui se produisent dans le cylindre et diminuent le rendement.

Machines demi-fixes. — Ce genre de machines se répand aujourd'hui beaucoup, grâce aux heureuses dispositions et à la construction soignée que certains constructeurs ont su obtenir pour leurs machines. (fig. 6)

Les machines demi-fixes présentent les avantages suivants : elles concentrent dans un espace très restreint la chaudière et le moteur, elles suppriment la maçonnerie pour la chaudière et les fondations parfois coûteuses pour le moteur, elles suppriment également la tuyauterie non seulement chère à établir et d'un entretien onéreux, mais encore fréquemment mal installée et faisant perdre les bénéfices que l'on était arrivé à réaliser dans la consommation de la chaudière. Enfin les deux appareils se trouvant directement sous les yeux du chauffeur, leur surveillance et leur entretien sont plus sûrs. En outre, la consommation réalisée avec certaines de ces machines est tout à fait réduite ainsi que le graphique suivant le montre surabondamment. (fig. 7)

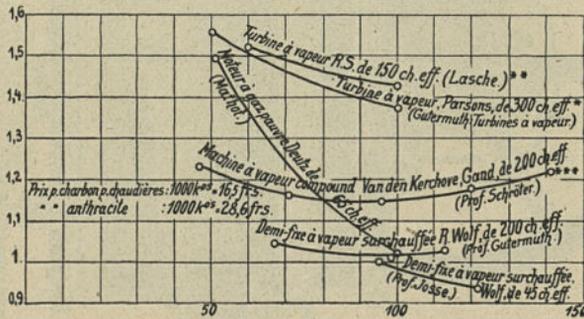


FIG. 7.

Enfin le tableau montre avec détails que ces résultats sont obtenus d'une façon générale.

La réception à eu lieu à la demande de	Date de l'essai	Puissances constatées au frein		Consommation de vapeur par cheval effectif et heure kgr.	Consommation de combustible par cheval effectif et heure				Température de la vapeur sur- chauffée egr.
		degré d'admission au cylindre à haute pression	che- vaux effec- tifs		Houille de 7.500 cal. kgr.	Lignite kgr.	Pétrole brute calories kgr.	Tourbe kgr.	
Kalker Werk- zeugmaschinen- fabrik Breuer, Schuhmacher et Co, Kalk près Cologne s. Rh.	1904 2 déc.	env. 30 %	288,9	4,92	0,601	—	—	—	303°
Basse et Selve, Alténa W.	1905 19 avril	env. 32 %	305,5	4,84	0,624	—	—	—	311°
Gebr. Nossen- kow, Moscou.	1904 27 août	env. 38 %	304,83	5,29	—	—	Cal. 10700 kg. 0,432	—	312°
Société de l'U- sine à Cuivre et à Tubes de St. Pétersbourg, ci- devant E. Ro- senkrantz, St. Pétersbourg.	1905 14 août	env. 40 %	326	5,05	0,622	—	—	—	310°
Christian Dierig, Ober- Langenbielau	1902 11 nov. 12 —	env. 30 % — 42,5 %	248,62 309,03	5,129 5,127	0,621 0,643	— —	— —	— —	303° 329°
R. Wolf.	1904 6 janv. 7 — 11 — 12 —	— — — —	177 226 203,5 134	5,21 5,1 5,2 5,6	0,633 0,632 0,618 0,641	— — — —	— — — —	— — — —	312° 332° 309° 268°
M. Diamant et Co., Bruck s. M.	1902 20 janv.	env. 20 %	162,3	5,42	—	Cal. 4395 kg. 1,23	—	—	323,5°
Berezower Gold- Industrie-Ge- sellschaft, St. Pétersbourg.	1902 4 oct. 18 —	env. 20 % — 20 %	163,2 159,5	5,43 5,27	0,63 —	— —	— —	— Cal. 3298 kg. 1,83	310° 345°
Adler et Oppen- heimer Tann., St ^e An., Lingols- heim près Stras- bourg (Alsace).	1904 11 août	env. 20 %	127,9	5,6	0,612	—	—	—	298°
Conseil municip- al de la ville royale de Lauf, Bavière.	1905 28 sept.	env. 30 %	157,2	4,9	0,643	—	—	—	351°
R. Wolf.	1901 26 avril	env. 25 %	108,5	5,293	0,654	—	—	—	329,6°
A. E. G. Union Electrique, So- ciété Anonyme, Bruxelles.	1906 19 mars	env. 38 %	144	5,4	—	—	Cal. ca. 9900 kg. 0,51	—	340°
A. Spolanski, Odessa.	1905 8 mars	env. 20 %	86,6	5	0,629	—	—	—	295°
Fastighets Ak- tiebolaget, Tel- lus, Stockholm.	1904 29 mars	env. 20 % — 40 %	63,7 93,1	5,5 5,24	0,620 0,665	— —	— —	— —	303,6° 337,1°
A. Petrow, Jeletz (Russie).	1902 4 avril	env. 30 %	71,4	5,53	—	—	Cal. 10700 kg. 0,525	—	310°
J. Gaeng, Weizen (Bade).	1904 28 janv. —	env. 20 % — 40 %	54,5 79,1	5,62 5,48	0,749 0,686	— —	— —	— —	318° 327°
Louis Deppen, Schwerin (Meckl.)	1904 29 nov.	env. 27 %	68,2	5,2	0,675	—	—	—	309°

Conclusion. — Les machines à vapeur alternatives se rencontrent en toutes puissances et elles présentent au point de vue de la régularité du fonctionnement et de la souplesse des garanties qu'aucun autre moteur n'a pu jusqu'aujourd'hui offrir à un même degré. Elles ont un défaut, surtout pour les moteurs de faible puissance : elles consomment beaucoup. D'autre part, dans les installations importantes, l'économie n'est obtenue que par l'emploi d'une machinerie auxiliaire ce qui diminue réellement beaucoup le bénéfice que l'on pouvait espérer et réduit donc son efficacité.

Par contre, la machine à vapeur marche toujours et même mal réparée, conduite par un ignorant elle pourra dépenser deux ou trois fois plus qu'elle ne le devrait. Mais elle tournera, ce qui est parfois le principal.

LES TURBINES A VAPEUR

L'emploi industriel des turbines à vapeur ne remonte qu'à quelques années. Mais il faut reconnaître que leurs applications ont pris récemment un développement considérable qui ne fera certainement que s'accroître encore, aujourd'hui surtout où l'emploi de stations centrales d'une puissance considérable permet de tirer tous les avantages de leurs qualités. Nous verrons en effet que jusqu'aujourd'hui c'est le moteur des grandes forces, et que c'est seulement pour des puissances importantes qu'il y a réelle économie à les adopter, ou pour des puissances moindres, dans des cas spéciaux.

Historique. — L'idée d'employer la vapeur à faire tourner un système mobile remonte à la plus haute antiquité, et elle a été de beaucoup antérieure à celle qui a eu pour but de faire fonctionner des moteurs avec piston à mouvement alternatif (1). A notre connaissance, c'est *Héron d'Alexandrie* qui, en l'an 120 avant Jésus-Christ (2), sut le premier utiliser la vapeur à faire tourner une sphère munie de deux ajutages. Giovanni Branca (1629), architecte italien, appliqua le premier la force vive du jet de vapeur pour faire tourner une roue à aubes semblable aux roues hydrauliques et dont la vitesse devait être considérable, puisqu'il transmettait le mouvement produit par une série de roues d'engrenages. Ce sont ensuite Real et Pichon (1827) qui, pour utiliser toute la vitesse de la vapeur, la font, pour la première fois, agir successivement sur une série d'aubages mobiles séparés par des distributeurs fixes. Ce sera Leroy (1840), qui emploiera ensuite le même procédé pour utiliser au mieux la détente totale de la vapeur et dans ce but, il adjoint à son moteur un condenseur.

Ce fut Tournaire qui, dans la séance du 28 mars 1853 de l'Académie des Sciences, fit un exposé remarquable des conditions suivant lesquelles devaient être établies les turbines pour donner des résultats pratiques. Il lui joignit le dessin d'un appareil de ce genre de son invention dont on retrouve tous les organes essentiels dans la turbine Parsons, réalisée seulement trente-quatre ans plus tard.

A partir de cette époque, les inventeurs inaugureront de nombreux dispositifs pour utiliser la vapeur dans les turbines, mais il faudra attendre jusqu'en 1885, pour voir un de ces appareils fonctionner industriellement.

Aujourd'hui, les installations de turbines à vapeur sont nombreuses et représentent une puissance élevée. Nous décrivons succinctement les principaux

(1) Voir sur cette question Sosnowski, *Roues et Turbines à vapeur*.

(2) *Mathematic Vcteres Alexandrini Heronis Spiritalia*.

types que l'on rencontre et nous examinerons surtout les résultats économiques obtenus par leur emploi.

Description. — Les turbines à vapeur sont des appareils dans lesquels la vapeur est amenée par des *aubages fixes*, dans une direction définie, à des *aubages mobiles*, en suivant un trajet continu entre un point d'entrée et un point de sortie qui est différent (1).

L'arbre de la turbine est disposé verticalement ou horizontalement ; suivant le sens d'écoulement de la vapeur, la turbine est axiale ou radiale, centrifuge ou centripète ; elle peut être à admission totale ou à admission partielle. On distingue également les turbines à action et à réaction ; les premières sont celles où le travail de la vapeur résulte entièrement de la transformation de la vitesse qu'elle prend en s'écoulant, tandis que dans les secondes on utilise à la fois la pression et la détente de la vapeur sur les aubages mobiles. Mais cette distinction ne se présente pas aussi tranchée dans tous les types que nous examinerons.

Turbine Parsons. — C'est une turbine à axe horizontal et à réaction ; les premiers brevets qui relatent cette machine datent du 20 avril 1884 (2). La première turbine-dynamo fut installée en 1885. Elle faisait 18.000 tours par minute et fournit, pendant plusieurs années, le courant nécessaire pour l'éclairage des ateliers de MM. Clarké, Chapman, Parsons et C^o. Cependant la grande vitesse de rotation rendait difficile le parfait centrage de l'arbre. Il y avait des fuites, d'où une perte assez importante. L'inventeur s'efforça donc, pour réduire cet inconvénient, de diminuer la vitesse de rotation. On pourra constater, dans les résultats d'essai qui seront exposés plus loin, qu'elle n'atteint plus maintenant que 1.100 et même 500 tours.

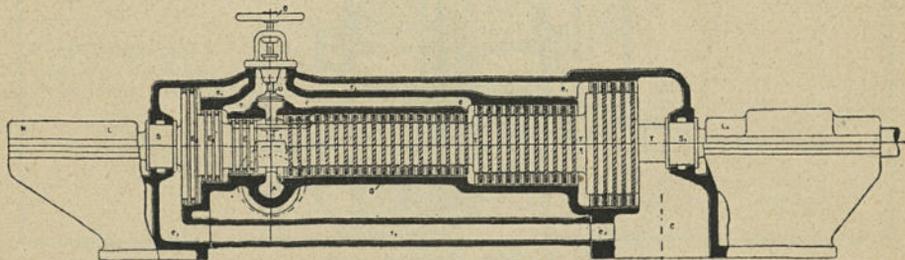


FIG. 8.

La turbine se compose d'une enveloppe en fonte sur laquelle sont fixés des aubages fixes et à l'intérieur de laquelle tourne un arbre portant les aubages mobiles. Ainsi que le montre la coupe schématique (fig. 8), la vapeur arrivant par A, produit d'abord son action sur une 1^{re} série d'aubes d'un certain diamètre, puis sur une 2^e série d'aubes d'un diamètre plus grand et enfin sur les aubes montées sur un disque de diamètre maximum et se rend ensuite au condenseur.

L'arbre est en réalité un corps cylindrique creux. La vapeur parcourt par consé-

(1) Nous avons volontairement employé la même définition que pour les turbines hydrauliques afin de mieux faire ressortir la ressemblance entre ces deux moteurs dont on observera constamment la similitude.

(2) Neilson. *The steam turbine*.

quent une ligne sinueuse, parallèle à l'axe, c'est donc une turbine axiale. Elle ne se détend pas brusquement, mais passe successivement de la pression initiale à l'entrée, à la pression au condenseur, c'est donc une turbine à réaction.

La vapeur se détendant au fur et à mesure qu'elle avance dans la machine, son volume augmente, ce qui explique pourquoi les dernières sections d'aubes ont dû être faites plus grandes que les premières (1).

Afin d'éviter la poussée axiale qui se produirait du fait de l'action qu'exerce toujours dans le même sens la vapeur sur les aubes, on a établi trois pistons compensateurs E , E_1 , E_2 , dont les diamètres sont égaux à ceux des turbines proprement dites et qui communiquent avec elles. Cet artifice a permis la suppression d'un palier de butée important. Il a fallu prendre certaines dispositions spéciales pour éviter les fuites de vapeur et réaliser un graissage satisfaisant de la machine. Nous

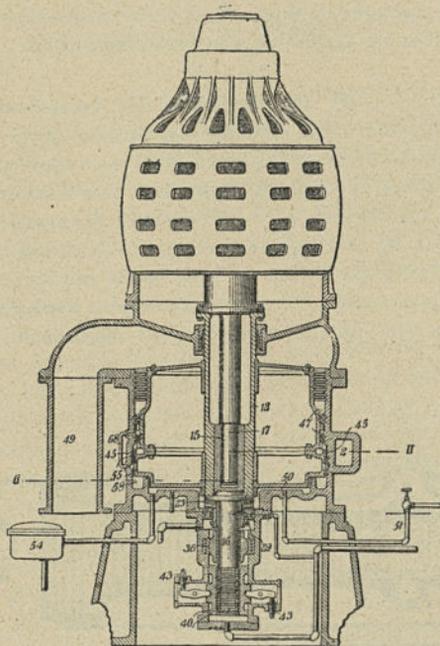


FIG. 19. — Turbine Westinghouse verticale.

FIG. 9.

signalerons en particulier le dispositif par pistons compensateurs *cannelés*, qui permet une étanchéité complète en évitant toute garniture et tout presse-étoupe, ce qui diminue à la fois, les frottements et l'entretien.

La quantité de vapeur admise est réglée automatiquement d'après la charge, au moyen d'une soupape sous la dépendance d'un régulateur qui ouvre par intermittence l'arrivée de vapeur à la turbine.

Depuis l'apparition des turbines Curtis, la C^o Westinghouse construit des turbines du type Parsons à axe vertical (fig. 9).

Les installations de turbines Parsons sont nombreuses et puissantes. Nous avons vu que c'est en 1885 qu'elles ont été employées pour la première fois.

(1) C'est la même raison qui avait conduit à donner aux divers cylindres des machines alternatives à expansion multiple, des volumes progressivement croissants.

Cinq ans après, en 1890, il y avait déjà 5.000 chevaux répartis entre des moteurs de 4 à 120 chevaux.

En 1896, il y en avait de 40.000 chevaux, en 1904 la puissance de ces machines s'élève, seulement pour les turbines terrestres, à 757.000 chevaux (3).

Ces turbines construites en Angleterre par MM. Parsons et C^o à Newcastle, sont établies en France par la C^{ie} Electro-Mécanique, à Baden par les Ateliers Brown-Boveri et en Amérique, par la C^{ie} Westinghouse.

Longtemps on a reproché aux turbines et en particulier à celles du type de Parsons de consommer beaucoup de vapeur. Il sera facile de se rendre compte, d'après les résultats signalés dans le tableau ci-dessous, que l'on peut obtenir une dépense qui ne dépasse guère celle des machines alternatives.

Références	Lieu de l'installation	Puissance en kilowatts	Nombre de tours	Pression de la vapeur à l'admission	Vapeur saturée ou surchauffée	Température de la surchauffe	Vide au condenseur en c/m. de mercure	Consommation par kilowatt-heure		
								à 1/2 charge	à 3/4 charge	à pleine charge
Neilson, <i>The steam turbine.</i>	Newcastle on/Tyne	24,7	4.990	5 ^o 6	saturée		73 c/m			13 ^a
—	—	19,7	4.780	5,5	—					
—	—	11,8	4.630	5,4	—		73,6	15,37	31,07	
—	Blackpool	50	5.044	8,8	saturée		71			12,70
—	Cambridge	586	2.740				70,8			11,06
—	—	518	2.670				65			surcharge
—	—	273	2.630				69		12,83	11,34
—	Elberfeld	1190		10,11		189 ^o 5				8,81
—	—	994,8		10,47		192				9,14
—	—	745,3		10,76		190			10,12	
—	—	498,7		10,40		209,7		11,42		
Reidt, <i>Zeitschrift des Vereins D. Ingenieure</i> , 1904.	Antonien-hütte	444,6		7,24			62,8			11,17
—	—	412,4		7,26			61,1			11,27
—	—	307		7,29			61,9		12,28	
—	—	207		7,28			62,0	14,09		
—	Hillebrand Schacht	412,5		7,25		194	65,6			9,25
—	—	218		7,00		194,8	66,3		10,80	

Turbine de Laval. — C'est le second type de turbine à vapeur qui fut réalisé pratiquement, et il fut installé la première fois en 1892. La turbine de Laval a pris un grand développement ; on comptait qu'il y en avait d'installées en 1902 pour une puissance de 85.000 chevaux, et en 1904, pour 140.000 chevaux.

Ici l'arbre est également horizontal mais il porte une roue unique et le mouvement lui est imprimé par la vitesse que lui transmet la vapeur qui s'échappe d'un ou de plusieurs ajutages. C'est donc une turbine à action et à admission partielle. Pour obtenir une transformation de la pression de la vapeur en vitesse avec le maximum de rendement, il a fallu étudier spécialement la forme à donner aux ajutages distributeurs. La vitesse de la vapeur atteint ainsi 1.000 mètres. La vitesse imprimée à la roue motrice, limitée par la résistance des matériaux employés, ne doit pas dépasser 300 m., de telle sorte que l'on est amené cependant à faire des turbines

(3) Hart. *Les turbines à vapeur.* — *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, juin 1904.

dont la vitesse atteint 30.000 tours, ce qui n'est pas pratique industriellement. On la

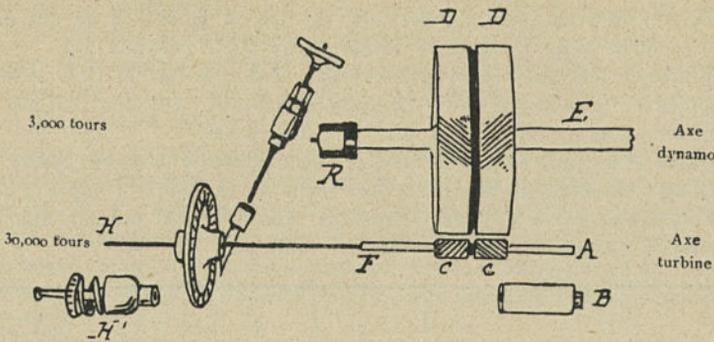


FIG. 9.

diminue à l'aide d'une réduction de vitesse qui la ramène à 3.000 tours, mais qui, naturellement, entraîne une diminution de rendement (fig. 9). La fig. 10 donne une

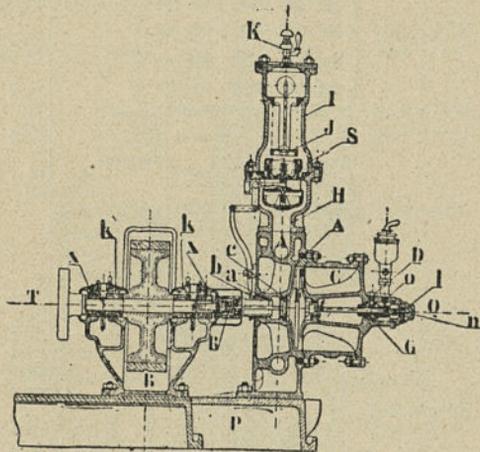


FIG. 10.

vue schématique de ce moteur. Ces grandes vitesses de fonctionnement ont nécessité des études attentives des divers organes et ont conduit à adopter des dispositions très intéressantes, mais qui ne permettent pas d'utiliser ces turbines pour des puissances élevées. En fait, on les construit surtout pour des forces variant de 15 à 300 chevaux. On les accouple directement à des génératrices ou à des pompes.

Les pompes centrifuges de la Société de Laval construites spécialement pour fonctionner avec les turbines du même type ont d'ailleurs des rendements remarquablement élevés. Nous avons connaissance d'une installation où l'on a obtenu un rendement en eau montée de 83 %, ce qui est certainement très satisfaisant.

La consommation de ces turbines pour de faibles puissances n'est pas trop élevée, si l'on a soin d'obtenir au condenseur un vide assez grand. Le tableau suivant permet au contraire de reconnaître qu'à échappement libre ces moteurs comme tous ceux du même genre exigent beaucoup de vapeur.

Consommation de vapeur saturée par cheval-heure effectif.

Puissance en chevaux	Pression à l'entrée de la turbine				
	6 kgr.	8 kgr.	10 kgr.	12 kgr.	14 kgr.
	<i>Echappement à l'air libre</i>				
10 à 15	26,50	24,10	22,60	21,60	20,80
20	24,80	22,60	21,10	20,20	19,50
30	21,50	19,30	18	17	16,50
50	20	18	16,60	16	15
	<i>Echappement au condenseur avec 68 c/m. de vide</i>				
20	16,20	15,60	15	14,75	14,45
30	12,50	12	11,75	11,50	11,25
50	10,20	9,70	9,40	9	8,75
100 à 150	8,30	8,40	8	7,80	7,70
200 à 225	8,30	7,90	7,50	7,40	7,30
300 à 350	7,46	7,05	6,75	6,65	6,40

Enfin nous signalerons les essais de réception effectués par M. A. Witz sur une turbine de Laval de 250 chevaux.

Pression de la vapeur	8 k. 6	7 k. 85	6 k. 4	5 k. 8	6 k. 9
Vide au condenseur	63 c/m	64,6	66	67	67,1
Conditions de charge.	surcharge	pl. charge		3/4 de charge	
Nombre de tours par minute	900	900	905	913	917
Puissance en chevaux effectifs	282	261	197	154	146,5
Consommation par cheval-heure effectif	7 k. 41	7,43	7,33	7,45	7,47

Ils montrent une consommation réduite, peu variable avec la charge, et une variation très faible de la vitesse aux diverses charges.

Turbine Breguet à disques de Laval. — La maison Breguet a créé un type de turbine à action et à injection totale. Des dispositions sont prises pour limiter l'effet de la poussée axiale et régler les jeux entre les aubes fixes et les aubes mobiles.

Turbine Rateau. — C'est en 1897, que M. Rateau qui travaillait la question des turbines à vapeur, fit construire dans les ateliers Sautter-Harlé, sa première turbine multicellulaire. De nombreuses difficultés d'exécution qui se présentèrent dans le courant de la construction en retardèrent l'achèvement et ce n'est qu'à la fin de 1900 que le moteur de 7.000 chevaux ainsi établi put être expérimenté. Les résultats ont été si satisfaisants, qu'en 1904 les ateliers Sautter-Harlé avaient construit ou en construction pour 17.000 chevaux de turbines.

Ce moteur est constitué par une série de roues mobiles, calées sur un arbre, séparées les unes des autres par des diaphragmes fixes portant des tuyères de distribution (fig. 11).

Chaque roue utilise une chute de pression déterminée, fraction de la chute totale, et chaque roue travaillant de façon isolée, entre deux diaphragmes, on a pu augmenter les jeux entre les pièces mobiles sans craindre de fuites qui agiraient de façon désavantageuse sur le rendement du moteur.

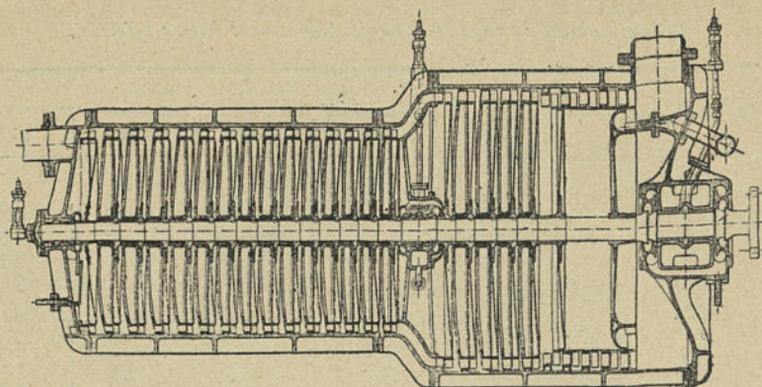


FIG. 11.

Les essais ont donné les résultats suivants :

Puissance développée	Nombre de tours	Pression de la vapeur	Vide au condenseur	Consommation de vapeur par cheval-heure électrique
510 ch.	2.000	9 k. 6	76 c. 5	7 k. 10
388	3.000	11 84	61 3	8 72

Ces turbines ont reçu de nombreuses applications pour actionner des génératrices électriques, des pompes et des ventilateurs.

Enfin nous ne devons pas manquer de signaler qu'avec l'adjonction d'un accumulateur spécial, des turbines de ce type permettent l'utilisation de la vapeur d'échappement des machines alternatives et que du fait de l'économie que ce procédé permet de réaliser, leurs applications se sont très répandues principalement dans les charbonnages (1).

Turbine Curtis. — Ce système de turbine a fait l'objet de longues et coûteuses expériences entreprises par la General Electric C^o, et ce n'est guère que depuis 1902 qu'il est entré dans le domaine de la pratique. Mais son emploi s'est très répandu si l'on en juge par le tableau suivant qui donne la puissance et le nombre des turbines Curtis vendues soit en France, soit en Angleterre, soit en Amérique.

En France :

2	turbines de	6.000	kilowatts.
2	—	3.000	—
2	—	2.000	—
4	—	1.100	—
16	—	1.000	—
2	—	800	—
1	—	700	—
1	—	500	—

Soient 30 turbines développant 45.200 kilowatts.

(1) On emploie également les « machines à vapeur binaires » ou « à vapeur froide ». Mais si elles ont donné de bons résultats aux essais, elles ne se sont pas répandues dans la pratique. C'est pourquoi nous ne faisons que les signaler.

En Angleterre :

3	turbines de	2.000	kilowatts.
14	—	1.500	—
7	—	1.000	—
4	—	750	—

Soient 28 turbines développant 37.000 kilowatts.

En Amérique :

8	turbines de	8.000	kilowatts.
36	—	5.000	—
17	—	3.000	—
3	—	2.500	—
40	—	2.000	—
40	—	1.500	—
36	—	1.000	—
11	—	800	—
3	—	600	—
189	—	500	—

Soient 383 turbines développant 583.600 kilowatts.

Cette turbine offre cette particularité d'être à arbre vertical, ce qui lui permet de ne nécessiter que très peu de place pour son installation. Elle est constituée par des roues mobiles calées sur un arbre et qui se déplacent entre des aubages fixes. Mais la particularité du principe du fonctionnement réside dans ce fait que la vapeur agit par action, — c'est-à-dire par la vitesse qu'elle a acquise en se détendant dans les ajutages distributeurs, — sur la première roue mobile, puis par réaction, — c'est-à-dire par détente successive, — sur les suivantes (fig. 12). Toute

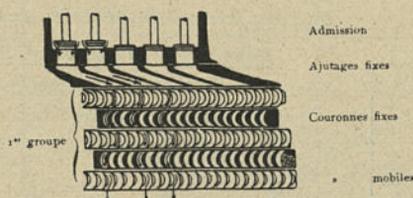


FIG. 12.

la détente ne s'effectuant pas dans les distributeurs, la vitesse de la vapeur est relativement réduite et par suite on a pu faire tourner la turbine à une vitesse peu élevée sans affecter le rendement. Par contre, la pression qu'exerce la vapeur sur les aubages fixes en se détendant, cause une poussée importante sur la crapaudine qui reçoit l'arbre, et des dispositions particulières ont dû être prises pour obvier à cet inconvénient.

La consommation serait très réduite. Nous pouvons signaler les résultats obtenus avec une turbine de ce type de 500 kw. qui à condensation et à $1/2$ charge absorbait 10 k. 9 par kilowatt heure, à échappement libre et à $1/2$ charge en exigeait 26,5 et qui à pleine charge et à condensation en absorbait 9 k. 10.

Plus récemment, l'un des turbogénérateurs de 1.100 kw. livrés à la Nouvelle Compagnie Lyonnaise des Tramways, a donné avec de la vapeur à 300° et un vide de 93,5 0/0 une consommation à pleine charge de 7 k. 5 de vapeur par kilowatt-heure, et de 8 k. 5 à $1/2$ charge.

Turbine Zœlly. — C'est aussi une turbine à action simple à plusieurs étages. La

figure 13 en donne une vue schématique où la partie à basse pression est figurée en coupe et laisse voir 5 étages avec les aubes distributrices et les aubes réceptrices.

Le graphique figure 14 montre les résultats obtenus. La consommation de vapeur varie peu entre la 1/2 charge, la marche à 3/4 de charge, la pleine charge et la surcharge et elle est très réduite.

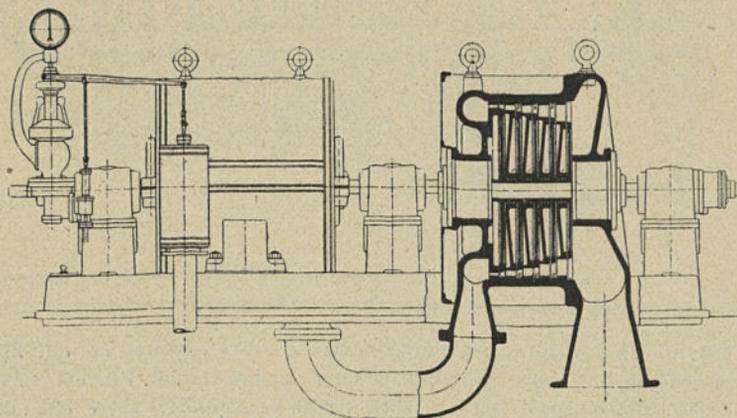


FIG. 13.

Il y a actuellement en service pour plus de 165.000 chevaux de turbines de ce type.

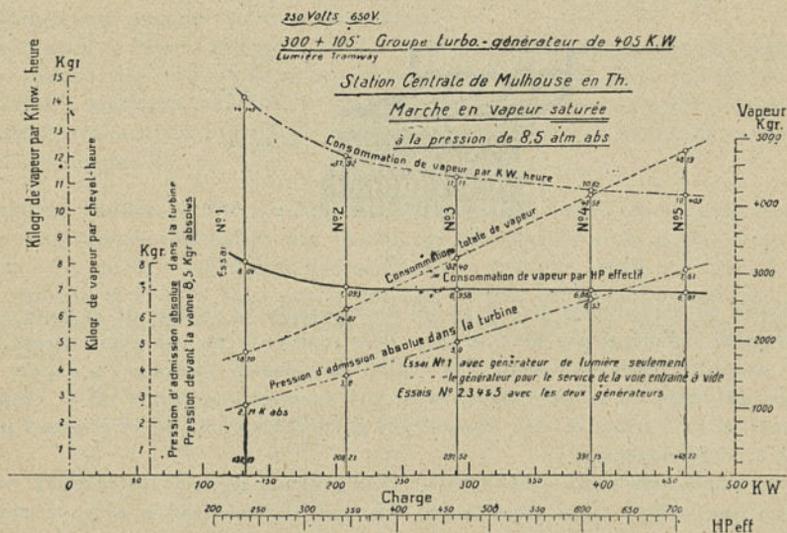


FIG. 14.

Il existe encore des types intéressants de turbines, mais ils sont employés depuis trop peu de temps pour que nous nous étendions à leur sujet (1).

(1) On trouvera des renseignements complets sur ces moteurs dans : Hart. *Les turbines à vapeur.* — *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, juin 1904. — *Revue de Mécanique*, juin 1904-octobre 1904. — *Power*, octobre 1904. *Bulletin de la Société d'Encouragement*, 1904. — *Practical Engineer*, Février 1905.

Consommation des turbines à vapeur. — La consommation des turbines à vapeur varié relativement peu suivant les types employés. La pression de la vapeur admise, le degré de surchauffe, le vide au condenseur ont de telles influences qu'il est

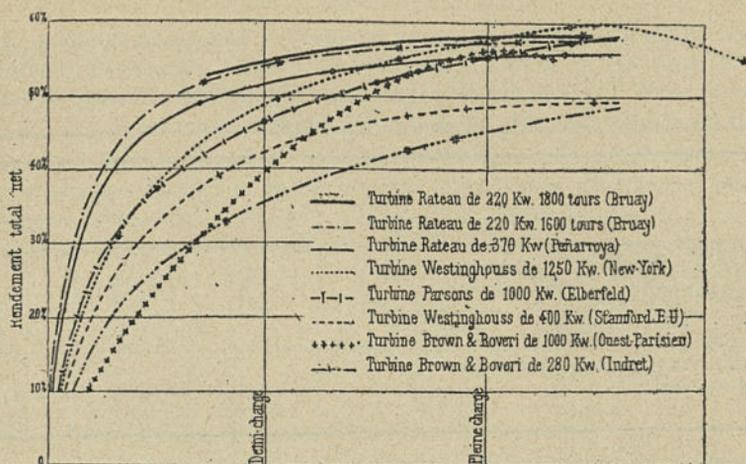


FIG. 15.

d'ailleurs assez délicat de faire des comparaisons entre des résultats obtenus dans des conditions plus différentes qu'il ne paraît à première vue. Avec ces restrictions,

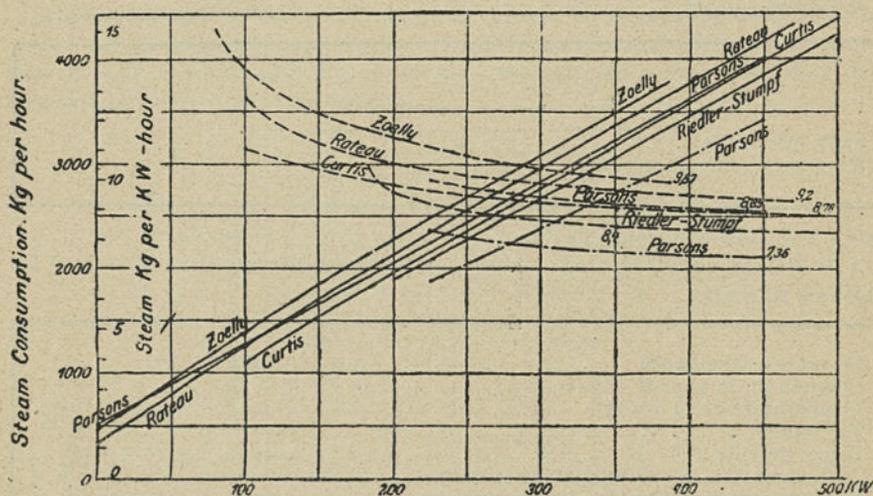


FIG. 16.

Steam Consumption, Kg per hour = Consommation de vapeur, par heure, en kgr.
 Steam Kg per Kw-hour = Consommation de vapeur, par kilowatt-heure, en kgr.

il sera cependant intéressant d'examiner le graphique fig. 15 établi par M. Rey et qui donne les rendements obtenus avec divers systèmes de turbines (1).

Le graphique fig. 16 donnera aussi des indications intéressantes : il se rapporte en

(1) Rey, La turbine à vapeur du système Rateau et ses applications. *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, avril 1904.

effet à une turbine Zoelly de 340 kw, une Curtis de 500 kw, et une Rateau de 340 kw. fonctionnant avec de la vapeur saturée et à une turbine Parsons de 450 kw. et une Riedler-Stumpf de 500 kw. marchant avec de la vapeur surchauffée à 300° (1).

Influence de la pression de la vapeur admise. — Les essais effectués sur la turbine Parsons de 350 kilowatts installée chez MM. A. Kiener et C^e, à Colmar, donnent sur cette question des renseignements intéressants ainsi qu'on peut en juger par les résultats suivants qui sont pratiquement comparables.

	1/2 charge		3/4 de charge	
Pression en kgr. par cm ²	11,21	9,1	11,22	9,0
Température de la vapeur	231°6	232°3	239°6	220°7
Surchauffe en degrés	54°3	53°3	51°7	50°8
Vide	93 %	93 %	92 %	92 %
Tours par minute	2.890	2.890	2.885	2.890
Consommation de vapeur par kilowatt-heure	10 k. 61	11 k. 33	9 k. 49	10 k. 29

Cependant cette influence de la pression de la vapeur admise ne se manifeste que pour des pressions de 10 à 12 kg.; au delà de 15 kg. l'économie devient insensible.

Influence de la surchauffe. — Les renseignements sont, dans ce cas également, tous concordants :

A Tschöppeln, le groupe de 400 kw. a accusé les consommations suivantes :

	pleine charge	3/4 de charge	1/2 charge
Sans surchauffe	10 k. 50	11 k. 27	12 k. 8
Avec surchauffe de 41°5	9 9	10 8	12

soit une économie moyenne de 1,60 % de vapeur par 10° de surchauffe.

A la Hillebrand Schacht, qui dépend de la Donnersmarkhütte, on a noté les résultats suivants :

Puissance développée	404	412,5	204	218
Pression de la vapeur admise	7 k. 80	7 k. 25	7 k. 40	7 k.
Température de la vapeur	172°	194°	171°9	194°8.
Surchauffe		23°5		25°8
Degré de vide	84,8 %	90,5 %	93,2 %	91,7 %
Consommation de vapeur par kwatt-heure	10 k. 17	9 k. 25	11 k.	10 k. 8
Economie de vapeur par 10° de surchauffe		1,66 %		1,66 %

Ces résultats ne sont pas sensibles seulement avec les turbines Parsons.

Les turbines de Laval donnent les mêmes avantages, (2) ainsi qu'il est facile de le remarquer dans le tableau suivant.

(1) Gutermuth. *Les turbines à vapeur.* — *Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieur*, 15 octobre 1904. — *M. S. J.*, janvier 1905.

(2) Essai d'une turbine de Laval à vapeur surchauffée. *Engineering Record*, 1902.

	Demi-charge		Plaine charge	
	Vapeur saturée	Vapeur surchauffée	Vapeur saturée	Vapeur surchauffée
Température de la vapeur	164°	460°	164°	500°
Puissance, en chevaux.	21,4	24,5	44,1	51,9
Consommation de vapeur par cheval-heure.	21 k. 6	14 k. 1	17 k. 7	11 k. 5

Enfin nous indiquerons les résultats d'essais effectués par les professeurs Lewicki et Hubler sur une turbine de ce type, faisant 2.000 tours, avec vapeur saturée et avec vapeur surchauffée.

	Demi-charge		Plaine charge	
	Vapeur saturée	Vapeur surchauffée	Vapeur saturée	Vapeur surchauffée
Température de la vapeur	164°	460°	164°	500°
Puissance, en chevaux effectifs.	21,4	24,5	44,1	51,9
Consommation de vapeur par cheval-heure.	21 k. 6	14 k. 1	17 k. 7	11 k. 5

Cependant il faut remarquer que le bénéfice n'est pas total car la surchauffe exige une certaine dépense de combustible, de sorte que le gain en vapeur ainsi réalisé ne correspond pas à une diminution proportionnelle de consommation de charbon (1).

Influence du vide. — La pression au condenseur a cependant plus d'influence encore sur la consommation de vapeur. Ainsi que l'on peut s'en rendre compte dans les tableaux, (fig. 17 et fig. 18) chaque centimètre de mercure de vide a une influence importante sur le rendement.

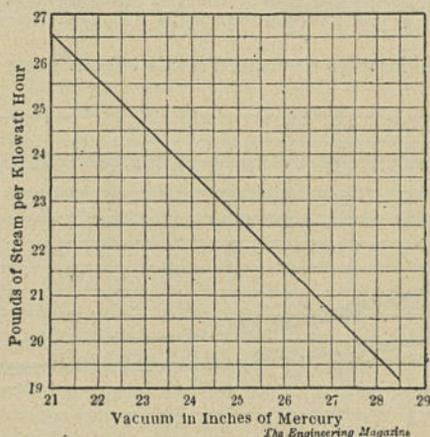


FIG. 17.

Pounds of Steam per Kilowatt-Hour = Livres de vapeur par Kilowatt-heure.
Vacuum in Inches of Mercury = Vide en pouces de mercure.

Les résultats suivants se rapportent à une turbine de 500 kw. faisant 2.500 tours et qui reçoit de la vapeur à 9 k. 85.

(1) Avantages de la surchauffe. *Engineering Review*, septembre 1904.

Vapeur surchauffée pour turbines à vapeur. *Engineering Magazine*, septembre 1902.

Vide au condenseur au c/m. de mercure	Consommation de vapeur par kilowatt-heure à pleine charge
—	—
71,1	10,06
68,55	10,47
66,04	10,88
63,45	11,38
60,90	11,88
58,35	12,47
55,80	13,10

On voit que la consommation de vapeur augmente d'environ 2 % pour chaque c/m de vide en moins.

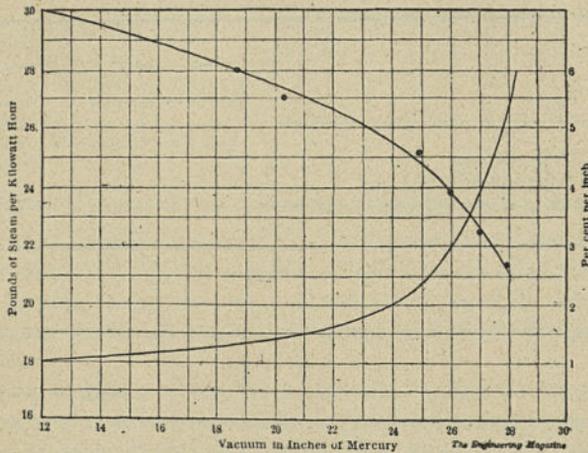


FIG. 18.

Pounds of Steam per Kilowatt-Hour = Livres de vapeur par Kilowatt-heure.
Per cent per Inches = % par pouce. Vacuum in Inches of Mercury = Vide en pouces de mercure.

Le graphique fig. 17 montre les résultats d'essais effectués sur une turbine Curtis.

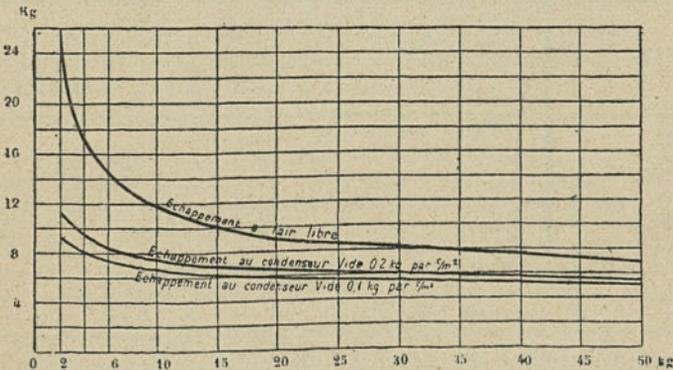


FIG. 19.

Ici chaque centimètre de vide en moins augmente la consommation d'environ 1,6 o/o et même de 2,4 %. (1)

(1) Condenseurs pour turbines à vapeur. *Practical Engineer*. 1905.

Bibbins. Puissance absorbée par la machinerie auxiliaire pour les condenseurs dans une installation de turbines à vapeur. *Power*, février 1905.

Enfin le diagramme fig. 19 montre des résultats analogues obtenus avec une turbine de Laval.

Conclusion. — On voit donc que l'on peut réaliser avec les turbines à vapeur, en se plaçant dans des conditions convenables pour leur fonctionnement, des consommations de vapeur réduites, auxquelles à l'origine on était loin d'arriver.

De même que les perfectionnements ont permis de réaliser des réductions importantes dans la quantité de vapeur nécessaire pour le fonctionnement des turbines, de même on est arrivé à réduire leur vitesse et à les accoupler directement aux génératrices d'électricité auxquelles on les réunit généralement. Les vitesses de 5.000 tours se sont réduites d'abord à 2.000 et même à 1.000 tours (1). On a donc pu non seulement accoupler plus facilement les turbines aux dynamos, mais on a réalisé un fonctionnement plus sûr en diminuant les tensions importantes qui se créaient dans les organes par suite de la force centrifuge considérable qui se trouvait produite. On a ainsi constitué des unités très importantes, d'un fonctionnement très régulier et d'une grande souplesse. Ce dernier point ne fut pas réalisé bien entendu immédiatement, mais c'est un fait acquis aujourd'hui grâce aux modifications que l'on a apportées à la distribution de la vapeur dans ces machines, que les variations brusques de charge appliquées aux turbines influent peu sur la vitesse moyenne.

Le tableau suivant donne sur cette question des renseignements précis en ce qui concerne les essais auxquels a été soumise la turbine Parsons d'Elberfeld (2).

Charge en kilowatts	Pression de la vapeur admise	Vide au condenseur	Voltage de l'alternateur	Nombre de tours		Variations des nombres de tours	Variations pour cent
				à vide	à pleine charge		
0		em.	3.705				
1.020		69,3	3.960	1.482	1.433	- 49	3,3
1.035		69,1	3.950		1.424	- 58	3,9
0		71,2	3.900	1.486		+ 62	4,3
1.040		69,6	4.060		1.429	- 57	3,8
0		71,2	3.880	1.472		+ 43	3,0
960		69,8	4.045		1.433	- 39	2,6
1.058		69,3	4.040		1.429	- 43	2,9
Moyenne.				1.480	1.427	53	3,6

A ces qualités certaines de faible consommation et de régularité, les turbines à vapeur joignent encore d'autres propriétés importantes. Elles sont de faible poids, d'encombrement réduit; leur fonctionnement ne donne lieu à aucune trépidation, elles exigent très peu d'entretien.

Ainsi la turbine Parsons installée à Francfort-sur-le-Mein et qui développe 5.000 chevaux ne pèse que 66 tonnes, alors qu'une machine Sulzer de même puissance aurait pesé 400 tonnes, soit 6 fois plus.

Au point de vue de l'encombrement, les différences ne sont pas moins frappantes. Il n'est pas douteux que la turbine qui exige le moins de surface est la turbine Curtis et il est facile de voir par la fig. 20 quel petit instrument elle constitue à côté de la machine verticale du type du Manhattan Elevated Railway qui correspond à la même puissance de 5.000 kwatts. Si l'on veut comparer des machines horizontales, on voit par la fig. 21 qui donne le plan de l'installation de l'Ouest Lumière à

(1) *Revue de Mécanique*, mai 1904.

(2) Neilson. *The steam turbine*.

Puteaux, deux machines alternatives horizontales qui développent 1.600 kwatts et qui prennent deux fois plus de place que deux turbo-générateurs de 2.900 kilowatts.

La turbine est encore la plus avantageuse au point de vue des fondations nécessaires. On peut poser simplement sur le sol ou un plancher une turbine de

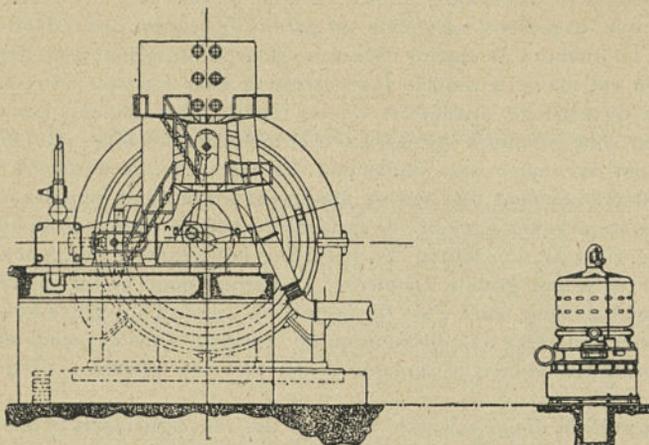


FIG. 20.

600 chevaux. On voit immédiatement l'économie considérable que l'on peut réaliser dans les bâtiments et les fondations. Le montage présente les mêmes économies. On peut monter une turbo-dynamo en cinq jours. Quant à l'entretien il est

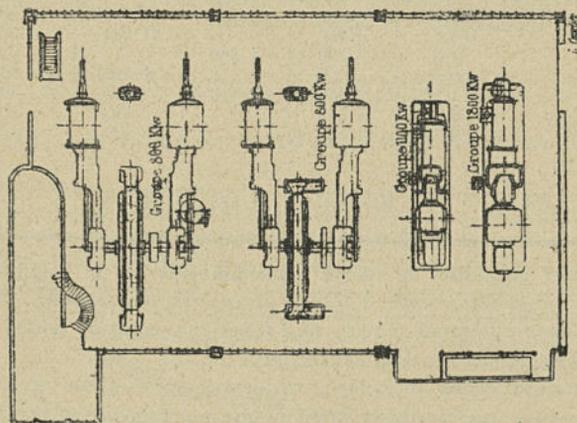


FIG. 21.

aussi extrêmement réduit. Il est des usines qui avaient deux mécaniciens pour surveiller la machine que la turbine a remplacée et pour laquelle un seul mécanicien avait insuffisamment d'ouvrage. En ce qui concerne le lubrifiant, là encore la turbine triomphe, car elle n'a pas besoin du tiers de ce qu'une machine alternative exige et la dépense de ce chef qui est, avec ces dernières de 4 à 7 et même 10 % de la dépense en combustible, descend avec les turbines à 2 %.

Les turbines à vapeur constituent donc des moteurs qui pour les puissances

moyennes et les puissances élevées sont des appareils des plus recommandables. Leur prix est encore actuellement un peu plus élevé que celui des machines alternatives, mais elles coûtent bien moins cher d'installation et elles ne nécessitent pas des travaux préparatoires importants. Elles n'ont pas, il est vrai, la souplesse des machines alternatives, leur aisance pour changer de sens de rotation ; elles ne se mettent pas aussi rapidement qu'elles à leur vitesse de régime et la masse importante de leurs organes en mouvement ne leur permet pas de s'arrêter rapidement. Mais leur grande régularité de fonctionnement, la précision de leur régulation, la commodité de leur entretien en font des moteurs précieux dans la grande majorité des cas. Il faut aussi remarquer qu'à l'encontre des machines alternatives, les turbines à vapeur n'ont aucune de leurs pièces en contact. Seul l'arbre moteur tourne entre des paliers. Il s'en suit que l'usure des organes principaux ne peut être qu'insignifiante et que par suite la consommation en marche industrielle devra être semblable à la consommation en essai. Et c'est là un point important qui mérite une grande attention car les résultats d'essais des machines alternatives montrent ce

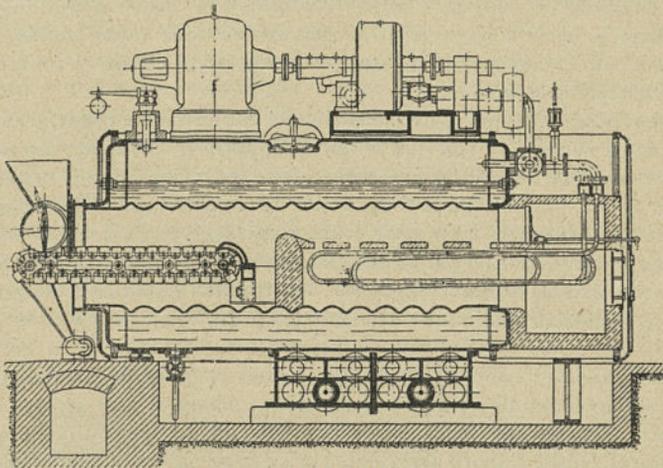


FIG. 22.

que l'on peut arriver à obtenir de ce genre de moteur, mais non ce que l'on obtient couramment ; cet inconvénient ne se présente pas avec les turbines. Enfin, au point de vue de la marche générale de l'installation, les turbines présentent encore un avantage qui est loin d'être négligeable. L'absence de parties frottantes, qui est justement la cause de la quantité beaucoup plus réduite de lubrifiant consommé, est aussi la raison qui fait qu'aucune matière grasse ne se trouve mélangée à la vapeur qui traverse l'enveloppe et par conséquent on obtient au condenseur de l'eau pure qui peut être directement envoyée à la chaudière. Il n'y aura donc besoin d'ajouter que de faibles quantités d'eau ordinaire pour parfaire le volume nécessaire, et on aura un entretien beaucoup plus facile des générateurs.

Il est donc de toute évidence que l'on devra toujours employer avec les turbines la condensation par surface.

Malheureusement, la consommation des turbines à vapeur n'étant économique qu'aux moyennes puissances, leur emploi ne se trouve pas aussi recommandable pour les petites. Ce n'est que dans les cas où l'on n'aurait à sa disposition qu'un encombrement très réduit que leur emploi pourrait être préféré, ou bien si la vapeur d'échappement pouvait trouver son emploi. C'est le cas par exemple dans les

sucreries où l'on pourra utiliser fréquemment les turbines avec avantage, la vapeur d'échappement étant toujours susceptible d'être utilisée dans les différentes phases de la fabrication du sucre.

On s'explique par ce qui précède, le développement considérable pris par l'industrie des turbines à vapeur et que bien que relativement récente elle ait pris une extension réellement extraordinaire. On en trouve une preuve dans la création d'un type demi-fixe (fig. 22) qui est des plus intéressants.

LES MOTEURS A EXPLOSION

Nous venons d'examiner les appareils qui permettent la transformation de la puissance calorifique des combustibles en puissance mécanique, en se servant de la vapeur d'eau comme intermédiaire. Nous allons passer en revue maintenant ceux au moyen desquels on peut faire cette transformation directement, soit en faisant exploser dans le moteur approprié le combustible sous forme solide, liquide ou gazeuse, soit en décomposant d'abord ce combustible de façon à obtenir un gaz que l'on utilise dans le moteur.

Si l'on se reporte à ce que nous avons signalé concernant le rendement thermique des machines à vapeur, on voit que le fait de supprimer la vapeur comme intermédiaire doit permettre de réaliser une économie sensible des calories dégagées. C'est en effet ce qui se produit, mais il est facile de comprendre que ce bénéfice n'est pas total et que des pertes d'un autre ordre surgissent. Elles sont en effet particulièrement importantes par les parois du cylindre et par l'échappement. (1) Néanmoins, la quantité de chaleur utilisée représente une fraction importante de celle mise en œuvre et le rendement thermique des moteurs à explosion peut s'élever à plus de 30 %.

C'est aux Français : l'abbé Hautefeuille, Lenoir et Beau de Rochas, que revient le mérite de l'invention de ce genre de machines, mais ce sont surtout les perfectionnements apportés aux mécanismes par Otto et Langen qui ont permis leur développement lequel, d'abord assez lent, a pris depuis quelques années une extension considérable. L'emploi des moteurs à explosion alternatifs est courant aujourd'hui ; on se préoccupe également d'utiliser la force vive de l'explosion dans des turbines. Mais ces moteurs n'ont reçu aucune application et l'on en est encore à des tentatives qui sont suivies, dit-on, de résultats intéressants, mais qui ne sont pas sorties du laboratoire d'essai. Nous ne considérerons donc, pour nous en tenir au point de vue pratique qui seul nous intéresse ici, que les moteurs alternatifs modernes. Ils sont constitués des mêmes éléments que la machine à vapeur : cylindre, piston, presque toujours disposés horizontalement, distribution. Ici la distribution est obtenue exclusivement par des soupapes, mais au lieu de livrer passage à de la vapeur, elles introduisent le combustible et de l'air. Le point caractéristique du fonctionnement de ces moteurs est la compression indispensable pour obtenir l'explosion du mélange gazeux réalisé. Le cycle des transformations de la masse gazeuse s'effectue suivant deux procédés qui ont conduit à considérer les moteurs à 4 temps et les moteurs à 2 temps.

(1) Détermination de la température des gaz d'échappement dans les moteurs à gaz. *Transactions of the American Society of Mechanical Engineers*, mai 1902.

Korting. La température des cylindres des moteurs à gaz. *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure*, janvier 1902.

Moteurs à 4 temps. — Ils sont et de beaucoup les plus répandus. (1) Leur fonctionnement se réalise comme suit :

Les gaz et l'air sont aspirés pendant la première course du piston d'arrière en avant, ils sont comprimés ensuite par le retour du piston d'avant en arrière et à la fin de cette phase on détermine l'explosion du mélange qui rejette le piston d'arrière en avant et pendant le retour en arrière du piston, les gaz s'échappent par les soupapes ouvertes à ce moment.

On remarquera donc immédiatement que, dans ce mode de fonctionnement, il n'y a qu'une course motrice sur quatre et que, par suite, il faudra par un artifice mécanique accumuler la puissance motrice produite pendant celle-ci afin de la répartir aussi régulièrement que possible sur les trois courses suivantes qui non seulement ne produisent pas de travail mais au contraire en absorbent. Cette répartition est obtenue par le *volant* qui dans les moteurs à explosion est fait dans ce but très massif.

On remarquera également que ce qui se passe sur un côté du piston pourrait également s'effectuer sur l'autre et que cependant la plupart des moteurs à explosion sont à simple effet, c'est-à-dire qu'une seule face du piston est utilisée. Ce fait provient de ce que l'explosion des gaz dans le cylindre du moteur dégage une quantité de chaleur considérable, telle même que, pour en assurer le fonctionnement, on est obligé d'envelopper le cylindre d'une chemise à l'intérieur de laquelle circule un courant d'eau froide. Dans le fonctionnement à simple effet, le piston n'étant échauffé que d'un seul côté est porté à une température moins élevée, il est en outre refroidi par contact avec l'air. Il est cependant des cas où l'on fait les moteurs à double effet; mais il faut alors refroidir le cylindre par une circulation d'eau, ce qui complique la construction et la rend onéreuse.

Il est en tous cas un fait général, c'est que les moteurs employés par la petite industrie, c'est-à-dire dont la force ne dépasse pas 100 à 150 chevaux, sont toujours à simple effet et c'est jusqu'à nouvel ordre cette catégorie de moteurs que l'on recommandera dans ce cas.

Moteurs à 2 temps. — Avec ceux-ci il y a une course motrice sur deux, ce qui permettra donc d'obtenir plus de régularité et l'emploi de volants de masse moindre.

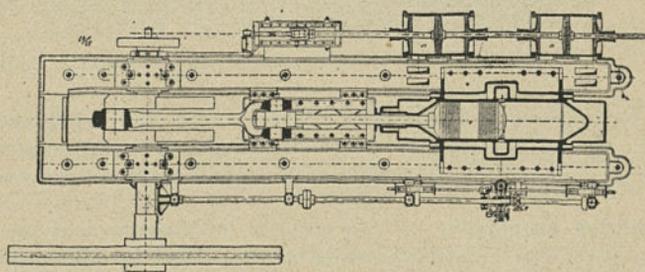


FIG. 23.

Ici, les gaz sont envoyés dans le cylindre déjà à une certaine pression, le retour du piston d'avant en arrière achève de comprimer le mélange qui explose à fin de course, rejette le piston d'arrière en avant (course motrice) et s'échappe par des ouvertures convenables lorsque le piston arrive en avant à fin de course.

(1) Recherches sur les moteurs à gaz. *Engineering Review*, juillet 1904.
 Les moteurs à gaz employés en agriculture. *Revue Générale de Chimie pure et appliquée*, 1902.
 Les moteurs à combustion interne. *Institution of Civil Engineers*, 1904.
 Les machines à combustion interne. *Journal of the Society of Arts*, juillet 1905.

Les deux types les plus intéressants de ces moteurs sont le moteur Echelhäuser et le moteur Kœrting. Leur fonctionnement extrêmement ingénieux a nécessité des essais longs et minutieux ; mais aujourd'hui leur marche est très régulière et très sûre. On les rencontre le plus généralement dans les installations métallurgiques où ils sont employés pour utiliser les gaz de hauts-fourneaux. Le moteur Echelhäuser est à simple effet, mais le moteur Kœrting est à double effet. (fig. 23)

Ces moteurs sont généralement horizontaux, il y a peu de types de moteurs verticaux bien que ceux-ci présentent des avantages certains. Ils sont beaucoup moins encombrants, présentent plus de stabilité, nécessitent des fondations bien moins importantes, causent des vibrations moins sensibles. Mais jusqu'ici on prétend qu'ils

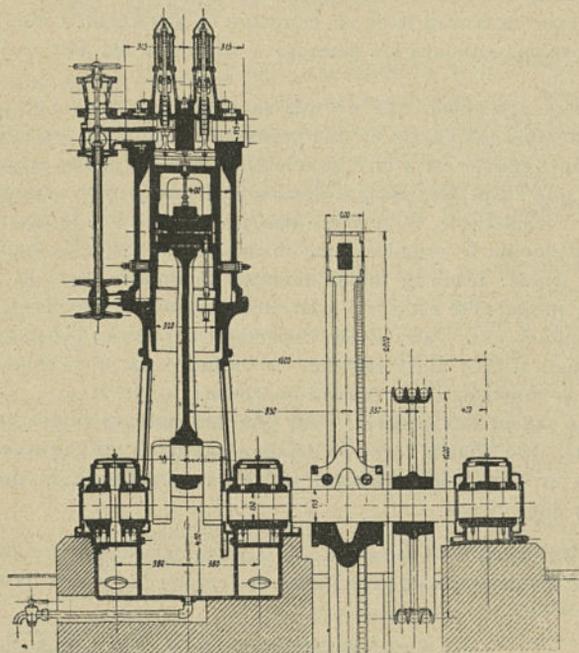


FIG. 24.

sont d'un fonctionnement moins économique. Il faut citer cependant parmi les moteurs de ce genre, le moteur Westinghouse, le moteur Diesel, le moteur Güldner (fig. 24) qui ne consomment cependant pas plus que les moteurs horizontaux.

Combustibles employés. — L'on emploie directement dans ces moteurs le combustible gazeux ou liquide. Des essais ont également été faits pour utiliser des combustibles solides, avec le moteur Diesel par exemple. Mais les résultats ont été jusqu'aujourd'hui insuffisants, et ces tentatives ne sont pas encore sorties du domaine du laboratoire. Lorsqu'on veut employer le combustible solide on le transforme en gaz dans un appareil approprié qui est une *cornue* lorsque l'on distille la houille, un *gazogène* lorsqu'on s'efforce d'obtenir le gaz combustible en réalisant une série de réactions chimiques avec l'air et la vapeur d'eau.

Les combustibles gazeux employés primitivement provenaient de cette première transformation, puisque c'est avec du gaz d'éclairage que Lenoir a fait fonctionner son moteur. Le gaz Mond, les gaz de hauts-fourneaux, enfin le gaz pauvre résultent

tous à peu de chose près de la deuxième série de transformations. Nous ne pouvons ici décrire chacun des procédés employés ; ce que nous ferons remarquer seulement c'est que les progrès dans les moteurs ont permis l'emploi de gaz de puissance calorifique de plus en plus réduite, ainsi que l'on peut s'en rendre compte par le tableau suivant établi d'après celui de M. Lurmann (1). Ce résultat n'a été obtenu qu'en augmentant la compression du mélange gazeux. A l'origine de 3 à 5 kg., elle atteint maintenant 8 à 12 kg. (2).

	Gaz d'éclairage	Gaz de gazogène	Gaz de haut-fourneau
Oxyde de carbone	0,067	0,230	0,261
Hydrogène carburé.	0,049		
Gaz du marais	0,366	0,020	
Hydrogène	0,464	0,170	0,036
Acide carbonique	0,021	0,060	0,090
Azote	0,030	0,520	0,513
Vapeur d'eau			0,100
Oxygène	0,003		
Calories théoriquement dégagées par m ³ de gaz.	5.223,7	1.311,5	879,6
Température théorique de combustion	2.052°	2.007°	1.650°
Quantité de gaz nécessaire par cheval-heure	0 m ³ 45	1 m ³ 9	4 m ³
Calories nécessaires par cheval-heure.	2.350	2.491	3.518

Avec les combustibles liquides, la solution qui semble plus facile n'est cependant pas encore totalement résolue sauf avec le moteur Diesel. Le combustible employé généralement est l'essence de pétrole ou le pétrole lampant, mais c'est surtout avec le premier que l'on alimente les moteurs. Il n'y a que le moteur Diesel qui permette l'emploi de pétrole lampant et même de liquides combustibles de qualité inférieure, comme l'huile de naphte, le mazout, le kerosène (3). C'est aussi le seul qui n'exige pas l'emploi d'un carburateur, appareil qui gazéifie le liquide employé, mais qui permet au contraire de faire pénétrer dans le cylindre du moteur le pétrole à l'état liquide. Il y a eu là réalisé un progrès considérable.

Aujourd'hui, l'on s'efforce de construire des gazogènes pouvant employer des combustibles de qualité inférieure : le poussier de coke, la lignite, la tourbe, la sciure de bois, les déchets de four, la paille, les feuilles mortes, les gadoues. Le gazogène Riché à distillation renversée résout cette question d'une façon complète.

Les Gazogènes. — Nous laisserons de côté les appareils qui réalisent la distillation des combustibles, comme les cornues à gaz et les fours à coke et qui constituent des industries spéciales. Nous examinerons seulement les *gazogènes*.

On peut diviser ceux-ci en deux catégories, les gazogènes sous pression, les gazogènes par aspiration.

Dans les *gazogènes sous pression*, l'air et la vapeur d'eau nécessaires, pour que les réactions convenables pour la formation économique du gaz se réalisent, sont envoyés à une pression supérieure à la pression atmosphérique. Il y a de ce fait, d'une part une certaine dépense de force motrice, et d'autre part la nécessité d'adjoindre à l'installation une chaudière. En outre le gaz est emmagasiné dans

(1) Stahl u. Eisen, 1898.

(2) Evaluation de la consommation dans les moteurs à gaz. Bulletin de la Société des Ingénieurs Civils, août 1902.

(3) Schemanek. Essais sur les moteurs Banki. Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure, janvier 1903.

un accumulateur, le *gazomètre*, qui constitue un accessoire encombrant et considéré par l'Administration comme dangereux. En fait, ces installations qui se sont assez répandues en Angleterre où elles ont été créées par Dowson n'ont pas eu un très grand développement. Elles sont en effet encombrantes, donc onéreuses et de grandes installations seules pouvaient devenir économiques. Elles présentent cependant un avantage, c'est que la réserve de gaz constituée dans le gazomètre donne une certaine souplesse au fonctionnement du moteur qui, quelles que soient les variations de charge qu'on lui applique, a toujours à sa disposition une quantité de gaz suffisante pour son fonctionnement.

Dans les *gazogènes par aspiration*, MM. Beynier et Taylor, auxquels on doit l'idée de ce mode de fonctionnement font faire au moteur lui-même l'office de ventilateur, mais au lieu que l'air soit refoulé sous la grille, comme dans les appareils précédents, il est aspiré au-dessus de la couche de combustible. On obtient par ce procédé une installation plus simple, plus compacte et l'un des avantages intéressants de ce système est en effet d'être très peu encombrant. Cependant on remarquera que le fonctionnement du gazogène dépend directement de la marche du moteur. Dans ces conditions, si l'on veut faire passer brusquement un moteur de la demi-charge à la pleine charge, on risque de ne pas y arriver parce que le gazogène exige un certain temps pour s'établir à un nouveau régime. Il ne faut donc pas exagérer les mérites très réels des gazogènes fonctionnant par aspiration et qui, appliqués dans des conditions insuffisamment étudiées, ont naturellement causé des désillusions et donné lieu à des critiques exagérées et parfois même à une méfiance injustifiée.

Lorsque la puissance à produire est constante ou lorsque les variations de puissances demandées au moteur ne seront pas brusques, mais progressives, on peut être certain d'obtenir avec ces appareils un fonctionnement sûr et économique. Ils ont en outre sur la chaudière et la machine à vapeur l'avantage important de nécessiter beaucoup moins de surveillance et de main-d'œuvre. Il faut remarquer que nous ne disons pas *aucune surveillance*.

Combustibles. — Jusqu'aujourd'hui l'antracite ou les charbons maigres sont les seuls que l'on puisse employer avec certitude dans les gazogènes à aspiration. L'on essaie le coke, les combustibles bitumineux, mais les résultats obtenus sont insuffisamment certains encore et la prudence recommande de ne les employer que dans des installations surveillées et dont la marche est très régulière.

Le charbon maigre employé doit posséder cependant certaines propriétés. Il ne doit pas être trop fin afin de ne pas gêner l'aspiration des gaz, ce qui diminuerait le rendement du moteur. La grosseur d'une noisette convient bien. Il ne faut pas non plus que la proportion de cendres dépasse 12 % parce que celles-ci encombrant et surtout obstruent les passages de l'air et gênent la chute naturelle des scories. Enfin il faudra employer un charbon ne renfermant pas plus de 8 à 9 % de matières volatiles, dans ce cas il n'est pas agglutinant et ne risque pas de former des voûtes qui pourraient en arrêtant le passage de l'air faire cesser le fonctionnement du moteur.

Des tentatives ont été faites pour permettre l'emploi de grésillon de coke ou de charbon bitumeux. Mais bien que les essais aient été satisfaisants, leur emploi ne s'est pas encore répandu dans l'industrie.

Avec les gazogènes sous pression, on peut au contraire utiliser la plupart des combustibles.

Consommation. — La consommation des gazogènes est certainement l'une des plus économiques que l'on puisse obtenir. Les essais à ce point de vue sont nom-

breux et concordants, et l'on peut considérer que la dépense de charbon en marche industrielle n'est pas supérieur à 0 k. 500 par cheval-heure.

Si l'on peut employer le coke ou le grésillus de coke, la consommation peut être un peu plus élevée : 600 à 650 grammes.

Avec les combustibles pauvres dont la puissance est inférieure à 5.000 calories tels que : les lignites, la tourbe, les sciures, les déchets de bois, la tanne, des balles d'avoine, de blé, de riz, etc. La consommation s'élève de 700 à 1.000 grammes.

Les gadoues débarrassées des ferrailles, bouteilles, etc., nécessitent 1.100 à 1.200 grammes par cheval-heure.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, le gazogène Riché permet l'utilisation de ces résidus dont la combustion semble cependant peu facile.

Installations au gaz pauvre par aspiration. — Elles comprennent un gazogène, un vaporisateur, des appareils laveurs, le moteur (fig. 25). Suivant les types, le gazogène et le vaporisateur constituent deux appareils nettement distincts, ou bien, ce qui est le plus fréquent, le vaporisateur est constitué par une petite chaudière qui enveloppe le gazogène. Dans tous les cas, le chargement du gazogène se fait par la partie supérieure au moyen d'un entonnoir ou sas permettant l'introduction du

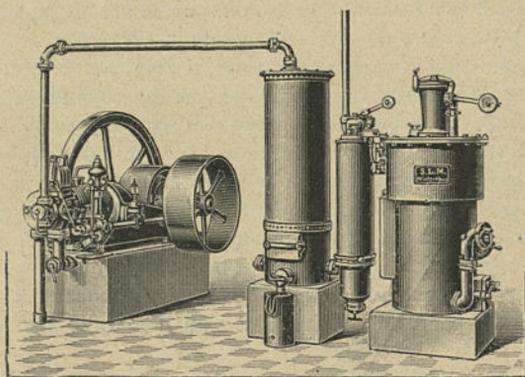


FIG. 25.

charbon en réduisant au minimum l'entrée d'air. Un conduit qui part du gazogène se rend aux appareils épurateurs qui sont fréquemment constitués par une tour à coke sur laquelle de l'eau s'écoule en pluie par la partie supérieure. Le gaz qui la traverse de bas en haut se refroidit et s'épure et se rend au moteur. Pour permettre l'allumage du gazogène, un ventilateur est nécessaire. On l'actionne à la main. Une dizaine de minutes suffisent pour le mettre en route. Il faut avoir soin dans ces installations que tous les joints soient bien étanches afin qu'il ne se produise pas de rentrées d'air qui diminueraient sensiblement la puissance calorifique du gaz produit.

Ce qu'on reproche le plus à ces installations, et il faut reconnaître que ce n'est pas sans justesse, c'est de manquer de souplesse.

Nous avons montré, lorsque nous avons examiné les gazogènes, la cause de cet inconvénient. Il provient aussi d'une autre cause pour laquelle le moteur est totalement indépendant.

On calcule souvent ces moteurs trop exactement pour la puissance demandée

afin d'obtenir une installation *plus économique*. Il s'en suit que lorsque l'on demande un « coup de collier » au moteur il est hors d'état de le fournir. Il faut d'ailleurs reconnaître que la faute en est plus au constructeur qu'à l'acheteur qui est naturellement peu au courant d'une question aussi neuve. Celui qui a l'intention de faire une installation semblable devrait s'adresser à des gens compétents et indépendants. Eux seuls, après avoir examiné les conditions dans lesquelles doit fonctionner le moteur, pourront indiquer quelle puissance il est préférable d'adopter, quel genre de moteur il est plus avantageux d'installer. D'une façon générale, on devra donner la préférence aux moteurs offrant des pistons longs, des portées larges aux coussinets, ayant un socle robuste, l'allumage par magneto, bien que plus coûteux, devra toujours être préféré, il est sûr.

Enfin il ne faudra pas considérer que la marche au gaz pauvre supprime toute surveillance. Cette opinion répandue inconsidérément a été la cause de nombreux déboires et de désillusions fâcheuses. Il est certain que le gazogène exige beaucoup moins de surveillance que la chaudière. Les chargements de combustible s'effectuent suivant les types de gazogènes, depuis toutes les heures jusqu'à deux fois par jour ; il faut cependant donner la préférence à un chargement assez fréquent. Une fois par heure est peu de chose surtout si l'on considère qu'il ne s'agit en l'espèce, que de verser du charbon dans un entonnoir. Mais les épurateurs s'encrassent et il faut les visiter, examiner si les joints d'eau sont bien pleins et s'il ne se produit pas de rentrées d'air intempestives. En fait, c'est plutôt du soin que de la surveillance que nécessite une telle installation. En ce qui concerne le moteur, il sera bon de visiter les soupapes tous les huit jours et de nettoyer le cylindre dès que l'on constatera que l'étanchéité des segments diminue. Les poussières qui peuvent arriver jusqu'au moteur forment avec l'huile de graissage un cambouis qui peut gêner le fonctionnement et amener une dépense de combustible supérieure à celle qui était prévue.

Il n'est donc pas possible de prétendre que les installations à gaz pauvre ne nécessitent aucune surveillance. Il ne faut pas non plus assurer qu'elles exigent un entretien exagéré. Lorsque ces appareils sont bien entretenus et lorsqu'on apporte à leur marche l'attention que nécessite leur fonctionnement spécial, différent de celui des machines à vapeur, on peut être certain d'en tirer une économie importante.

Nous avons indiqué dans le tableau suivant un certain nombre de résultats obtenus avec les moteurs à explosion et les gazogènes. On voit que le gazogène a un rendement au moins égal à celui d'une très bonne chaudière et que l'on réalise des moteurs à gaz dont le rendement mécanique donne toute satisfaction.

Références	Expérimentateur	Type du gazogène	Combustible employé	Rendement du gazogène	Type du moteur	Puissance	Nombre de tours	Consommation de combustible par HP	Rendement	
									théorique	mécanique
<i>Manuel pratique des moteurs à gaz</i>	Mathot	Dowson	Anthracite de Charleroi (7250 ^e)		Stockpowl	53		0,456	18,5	84 %
	—	à aspirateur Winterthur	Maigre « Bonne Espérance » (7859)		Winterthur	20	200	0,368	22	79
	—	à aspirateur Deutz	Maigre « Bonne Espérance » (8100)		Deutz	200	150	0,411	19	
	—	—	Zeche Morsbach, à Aix-la-Chapelle (7757 ^e)		Deutz	65	188	0,358	24,3	84,6
<i>Cleveland Institution of Engineers</i>	Bordenave et Riche	Riche	—		Winterthur	33 1/2 charge	195	0,525		
	—	Dowson (40 ch.) Dowson (250)	Anthracite (8200 ^e)	77,8 82,2	Dupleix	100		0,650		
<i>Z. des V. D. Ing., t. XXX, 1896</i>	Humphrey	Mond	Ch. bitumeux (6786 ^e)	7,1	—					
	Meyer	Dowson	Coke (7247 ^e)	82	Otto	178	137		16,8	84
	A. Witz	Pierson	Braisette d'Anzin (7642 ^e)	62,8 (1)	Crossley	432	148		21,2	
<i>Technics, août 1904</i>	Meyer	—	Coke		Diesel	17,8	154	238 gr.	24,2	78,5
	Humphrey Schroter	—	Pétrole (11.015 ^e)		Diesel	160		184 gr.	32,3	

(1) Marche courante, résultats sans variation, en travail variable, les appareils fonctionnant suivant les besoins de l'industrie.

Critique des moteurs thermiques. — La question se pose naturellement de savoir lequel de la machine à vapeur alternative, de la turbine à vapeur et du moteur à explosion il est préférable d'adopter dans une installation nouvelle. (1)

La machine à vapeur présente à un degré qui n'a encore été atteint avec aucun autre genre de moteur, une souplesse et une régularité remarquables. Elle passe facilement et rapidement de la marche avant à la marche arrière, maintient facilement son régime de vitesse malgré les variations de puissance qu'on peut lui demander et surtout elle est d'une marche sûre. Il faut un bien grave accident pour empêcher une machine à vapeur de tourner. Elle s'accommode merveilleusement des diverses entraves que des manques de soin ou de surveillance sembleraient devoir mettre à son fonctionnement, et si on lui fournit de la vapeur, elle va quand même.

Par contre elle nécessite l'emploi de la chaudière, dont le rendement est bien mauvais, qui exige beaucoup de surveillance et d'attention et constitue un appareil dangereux au premier chef. *L'Economie dans la chaufferie* a montré ce qu'il fallait d'attention non seulement pour réduire la consommation de combustible, mais encore pour obtenir une marche exempte d'accidents. La machine à vapeur nécessite de son côté un certain temps pour se mettre en marche, il faut avant de la faire fonctionner, l'échauffer afin d'éviter les condensations désastreuses qui font sauter les fonds de cylindre ou faussent les manivelles. Enfin le rendement total est détestable : la proportion de la puissance calorifique du combustible transformée en puissance mécanique disponible sur l'arbre de la manivelle atteint difficilement 10 %.

Les turbines à vapeur présentent moins de souplesse que les machines alternatives. Elles ne peuvent tourner indifféremment dans un sens ou dans l'autre, elles exigent aussi pour être d'un fonctionnement économique une installation de condensation parfaite. Par contre, comme les machines alternatives, elles supportent de grandes variations de charge et surtout elles nécessitent des installations beaucoup moins importantes et un entretien presque insignifiant. Le tableau suivant donne à ce point de vue des renseignements très intéressants. Il indique le prix de revient par kilowatt-heure du graissage, de la main-d'œuvre et des réparations des installations à turbines existant en Angleterre (2).

	Années de service	Graissage	Main-d'œuvre	Réparations et entretien	Total
Compagnie métropolitaine	13	0,016	0,023	0,041	0,085
Woolwich Dutreet	8	0,011	0,032	0,036	0,079
Cambridge	9	0,012	0,046	0,032	0,090
Newcastle	12	0,012	0,034	0,011	0,057
Scarborough	8	0,007	0,047	0,025	0,079
Cheltenham	6	0,011	0,036	0,028	0,075
Portsmouth	7	0,012	0,017	0,030	0,059
Moyenne par kilowatts		0,0116	0,0343	0,029	0,0749
— par cheval effectif		0,00854	0,02526	0,02135	0,0515

Les moteurs à explosion présentent de leur côté des avantages et des inconvénients particuliers. Au point de vue de la sécurité, l'installation de telles machines

(1) A. Witz. Rendement comparé des machines et des moteurs à gaz. *L'Eclairage Electrique*, janvier 1902.

Les machines à vapeur et les moteurs à gaz. *Engineering Review*, juillet 1904.

(2) Hart. *Bulletin de la Société des Ingénieurs Civils*, juin 1904.

Barker. Comparaison entre la turbine à vapeur et la machine à piston. *Engineering Review*, mars 1904.

Ribbins. Installation de force motrice par turbines à vapeur. *Power*, janvier 1905.

est certainement beaucoup plus avantageuse. Aucun risque d'explosion, les accidents qui peuvent se produire détérioreront le moteur, mais il n'y aura rien à redouter pour le personnel. Le gazogène est d'une mise en marche rapide; en dix minutes il est allumé et prêt à fournir le gaz nécessaire pour le fonctionnement du moteur quelle que soit sa puissance. Il nécessite beaucoup moins de surveillance que la chaudière, avec lui les ennuis causés par les incrustations, l'introduction de graisse avec l'eau d'alimentation, les coups de feu disparaissent, il est enfin beaucoup moins encombrant et jusqu'aujourd'hui l'Administration n'est pas venue le taquiner. Le gazogène est sans conteste de beaucoup supérieur à la chaudière. Enfin la consommation de combustible est beaucoup moindre qu'avec la chaudière et la machine à vapeur, le rendement thermique de l'installation gazogène et moteur étant bien plus élevé : jusqu'à 30 %. Au point de vue de l'entretien il présente beaucoup moins d'inconvénients qu'on le croit généralement. Ainsi, à la Centrale de Bradford qui comprend 5 unités développant 800 chevaux, la dépense pour les réparations n'a été pendant les deux dernières années que de 0 fr. 58 par cheval-an.

Mais le moteur à gaz est évidemment moins souple que la machine à vapeur, il exige plus de surveillance. Les fuites diminuent considérablement sa puissance, il ne peut jusqu'aujourd'hui tourner que dans un seul sens et il ne peut pas se prêter à des variations considérables de vitesse. Enfin son rendement varie beaucoup avec la puissance qu'il développe, tandis qu'avec la machine à vapeur la variation est beaucoup moindre.

Pour comparer ces trois types de moteurs on peut se placer à divers points de vue. En ce qui concerne le *coût de premier établissement*, la turbine à vapeur est certainement plus avantageuse. A puissance égale, elle est beaucoup moins lourde que la machine alternative si l'on s'en rapporte au graphique dressé par M. Barker (1) et par suite son coût d'achat et le prix des fondations s'en trouve sensiblement réduit. (2)

D'après Mc. Lellau (3), le coût de premier établissement est par kilowatt :

	Machine à vapeur alternative	Turbine à vapeur	Moteur à gaz
Bâtiments et fondations.	60 fr. »	30 fr. »	50 fr. »
Accessoires et tuyauterie	40 »	30 »	»
Machine et dynamo	160 »	150 »	370 »
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	260 fr. »	340 fr. »	420 fr. »
Salle des chaudières	60 »	60 »	»
Chaudière du gazogène	70 »	70 »	100 »
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	390 fr. »	210 fr. »	520 fr. »

Et si l'on examine le prix de revient de la force motrice par kilowatt-an on trouve :

	Machine à vapeur alternative	Turbine à vapeur	Moteur à gaz
Charges financières, intérêts, etc.	58 fr. 50	51 fr. »	78 fr. »
Main-d'œuvre	31 »	28 75	22 »
Graissage	7 50	3 »	9 »
Charbon	73 »	73 »	36 50
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	170 fr. »	155 fr. 75	145 fr. 50

(1) *Engineering Review*, mars 1904.

(2) Coût du service des moteurs à gaz. *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure*, janvier 1900.

(3) *Engineering News*, décembre 1904.

Ce qui montre que c'est dans ce cas le moteur à gaz qui tient réellement la tête.

Ces renseignements sont d'ailleurs confirmés par Stott (4) qui donne comme suit le coût relatif du kilowatt obtenu par la machine à vapeur alternative, la turbine à vapeur et le moteur à gaz :

FACTEURS		Machines à piston	Turbines à vapeur	Moteurs à gaz
Entretien.	Matériel, salle machines	2,57	0,51	2,57
	Matériel chaufferie	4,61	4,30	1,15
	Manutention et chargement du charbon	0,58	0,54	0,29
	Matériel électrique	1,12	1,12	1,12
Opération.	Main-d'œuvre, manutention, charbon et cendres	2,26	2,11	1,13
	Enlèvement cendres	1,06	0,94	0,53
	Emmagasinage	0,74	0,74	0,74
	Main d'œuvre chaufferie	7,15	6,68	1,79
	Huile, déchets, etc., de la chaufferie	0,17	0,17	0,17
	Charbon	61,30	57,30	26,31
	Eau	7,14	0,71	3,57
	Main-d'œuvre, salle machines	6,71	1,35	6,71
	Graissage machines	1,77	0,35	1,77
	Déchets, divers, etc.	0,30	0,30	0,30
Main-d'œuvre électrique	2,52	2,52	2,52	
TOTAL relatif des frais d'entretien et opération		100,00	79,64	50,67
TOTAL relatif des frais d'immobilisation de capital		100,00	82,50	100,00
TOTAL relatif général		100,00	85,07	75,33

Toutes ces qualités, tous ces inconvénients bien examinés, dans quel cas devra-t-on employer un genre de moteur plutôt que l'autre ?

Considérations qui doivent guider le choix d'un moteur thermique. —

D'une façon générale, on peut dire que partout où l'on aura à satisfaire à des changements de sens de la rotation du moteur ou à des variations fréquentes de la vitesse, ou à des passages fréquents et rapides de l'arrêt à la pleine marche et inversement, l'avantage restera aux machines à vapeur. C'est le cas pour les machines d'extraction par exemple, ou pour les locomotives. C'est également ce moteur qu'il faudra employer quand il sera absolument indispensable d'avoir une marche sûre et régulière et qu'il n'y aura pas à développer de très grandes puissances.

Partout au contraire où la marche du moteur permettra une grande vitesse de rotation, présentant des variations assez réduites, quelles que soient les puissances développées, l'avantage restera aux turbines dont nous avons vu les qualités incomparables dans ces diverses conditions. Aussi leur emploi se répand de plus en plus lorsqu'il s'agit de créer de grandes stations électriques.

Il est même des cas où leur emploi, tout en n'étant pas économique au sens exact du mot présente cependant de grands avantages : c'est lorsque la vapeur d'échappement peut être utilisée. Dans ces conditions la question de consommation de vapeur ne présente plus d'importance sérieuse, c'est l'entretien, la surveillance, la commodité d'accouplement aux machines commandées qui impose le choix. Pour actionner des génératrices électriques devant fournir du courant pour l'éclairage, la turbine à vapeur se recommande d'elle-même.

Le moteur à explosion, soit alimenté de gaz (gaz naturel, gaz Mond, gaz de gazogène), soit alimenté de combustible liquide (pétrole, kérosène, mazout), pré-

(4) *Electrical Review*, janvier 1905.

sente, nous l'avons vu, sur ses deux concurrents des avantages économiques incontestables. Il présente cependant vis-à-vis d'eux un défaut, auquel on remédie d'ailleurs chaque jour un peu plus, il est d'un fonctionnement moins régulier et moins sûr. Les variations brusques de charge l'affectent plus que le moteur à vapeur, cependant si la réserve de combustible est suffisante il peut passer facilement de la $1/2$ à la pleine charge.

En ce qui concerne les installations avec gazogène par aspiration on ne devrait les adopter que lorsque la puissance à fournir est sensiblement constante ou bien lorsque les variations de charge ne sont pas fréquentes et en tous cas progressives.

Les installations avec moteurs à explosion se répandent de plus en plus et nous tenons à en citer quelques applications intéressantes, car il faut avouer qu'ils sont encore regardés avec scepticisme par beaucoup de bons esprits.

La Suisse possède beaucoup de stations électriques avec moteurs à gaz (1) :

A Romanshorn, 4 gazogènes d'une capacité de 250 chevaux fournissent le gaz à 4 moteurs : 2 du type Crossley de 60 et 50 chevaux, 2 du type Deutz de 120 chevaux ;

A Uster, 2 gazogènes Dowson peuvent actionner chacun un moteur de 125 chevaux ;

A Stafa, le gazogène a une capacité de 95 chevaux.

Enfin au nouveau port que la Midland Railway Co a installé à Morecambe, l'énergie électrique nécessaire est obtenue au moyen de 3 moteurs verticaux Westinghouse de 150 kw. alimentés par des gazogènes Mond (2).

En Angleterre, on emploie volontiers le moteur Diesel (3) dont on s'étonne de ne pas voir les applications plus nombreuses en France.

Les tramways de Rothesay ont un moteur Diesel de 70 chevaux qui consomme 0 k. 300 d'huile de pétrole par cheval-heure.

Les tramways de Birmingham à Yardley emploient deux moteurs Diesel de 160 chevaux accouplés chacun à une génératrice de 100 kilowatts.

Il y a de très grandes variations de charge qui n'ont pas affecté le fonctionnement. En ce qui concerne le pétrole on n'en consomme pas pour 0 fr. 02 par cheval-heure.

A Glasgow et à Manchester où les Centrales sont actionnées par des machines à vapeur, le prix de revient du cheval-heure varie de 0 fr. 08 à 0 fr. 10.

A Camden, dans l'Etat de New-York, la Centrale électrique est actionnée par 2 moteurs Diesel à pétrole de 170 chevaux. La dépense a varié de 0 fr. 029 par cheval-heure à $1/4$ de charge, à 0 fr. 02 à $1/2$ charge et 0 fr. 018 à pleine charge.

Enfin les moteurs Diesel et les gazogènes à lignite prennent en Roumanie un développement toujours plus considérable.

Essais des moteurs. — Ils ont pour but de déterminer la puissance que peut développer un moteur donné et surtout la quantité de combustible qu'il absorbe par cheval-heure.

On sait que le cheval correspond à une puissance capable de soulever 75 kgs d'une hauteur de 1 m. en une seconde. Le cheval-heure correspond à 3.600 fois cette puissance soit : $75 \times 3.600 = 270.000$ kilogrammètres.

On attribue généralement à Watt la première idée de l'emploi de l'expression de cheval-vapeur comme mesure de la puissance des machines. En réalité, il a fixé seulement la valeur du cheval au taux en usage actuellement, mais l'expression était en usage avant lui.

Dès l'introduction de la machine à vapeur dans l'industrie, il avait fallu trouver

1) *The Electrician*, 18 janvier 1905.

2) *Electrical World*, 8 octobre 1904.

3) *Electrical World*, 2 juin 1906.

un terme de comparaison pour donner une notion exacte de l'effet de la nouvelle machine. C'est Savery qui introduisit l'expression *force de cheval* et sa machine était dite avoir une force de tant de chevaux parce qu'elle élevait l'eau qu'on montait alors en employant le même nombre de chevaux.

Smeaton a au contraire introduit l'expression *horse power* dont la valeur correspondait à une puissance de 182.800 kgm (au lieu de 270.000 actuellement).

Le travail maximum que pouvaient donner dans un court espace de temps les plus forts chevaux employés par les brasseurs de Londres à élever de l'eau, étant de 33.000 livres, un pied par minute, Watt l'adopta pour la valeur du cheval. Il correspond donc à 76 kgm. En France, on substitue la valeur de 75 kgm.

On cherche donc à se rendre compte :

1° De la quantité de combustible transformée en travail mécanique : c'est le rendement indiqué, R_i .

2° De la quantité de travail absorbée par les frottements des organes du moteur : c'est le rendement mécanique, R_m .

3° De la quantité de combustible dépensée pour obtenir un cheval-heure sur l'arbre du moteur : c'est le rendement effectif, R_e .

Ces trois quantités sont liées par la relation

$$R_e = R_i \times R_m.$$

Avec les machines à vapeur alternatives, le rendement indiqué se détermine au moyen de diagrammes pris à l'indicateur de Watt et qui indiquent exactement la quantité de vapeur introduite dans le cylindre et sa pression. C'est un appareil que l'on peut dire indispensable et qui devrait être presque à demeure sur les machines, car c'est lui qui permet de se rendre compte exactement de leur consommation.

Le rendement mécanique s'obtient avec le frein de Prony, en ce qui concerne les moteurs de moyenne puissance, ou en enregistrant la puissance électrique produite par une dynamo dont on connaît exactement le rendement aux diverses charges et à laquelle on les accouple directement. C'est ce qui se réalise avec les moteurs de grande puissance.

La quantité de vapeur consommée se déterminera toujours le plus exactement en faisant condenser la vapeur d'échappement de la machine dans des condenseurs à surface et en mesurant l'eau qui s'est accumulée. Ce procédé joint à l'enregistrement de la puissance fournie par la génératrice à laquelle le moteur est accouplé et dont on connaît exactement le rendement aux diverses charges permet d'obtenir des renseignements très précis sur le fonctionnement économique de la machine à vapeur examinée (1).

En ce qui concerne les moteurs à gaz, le rendement thermique s'obtient comme pour les machines à vapeur, au moyen d'un indicateur (2).

Il y aurait nécessité cependant à établir un programme des essais à faire sur les moteurs et les gazogènes, afin d'obtenir des résultats toujours comparables entre eux. Nous ne pouvons mieux faire que reproduire les indications données dans ce but par MM. Mathot et de Herbais de Thun (3) :

- | | |
|--|--------------------------|
| 1° Vérification des éléments | } Description du moteur. |
| organiques de l'installation | |
| | } Alimentation. |

(1) Moyen simple et pratique d'apprécier à chaque instant le travail d'un moteur à vapeur. *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, 1900.

La standardisation des essais de machines à vapeur. *Revue Universelle des Mines*, mars 1904.

(2) Calcul de la puissance et du rendement mécanique d'un moteur à gaz. *Génie Civil*, mars 1905.

Essais des moteurs à gaz de l'Exposition de Cardiff. *Engineering*, juin 1901.

Diagrammes d'essais d'une installation de force motrice à gazogène et moteur Deutz. *Power*, janvier 1905.

(3) Essais des moteurs à gaz et à pétrole. *La Revue de Mécanique*, 28 février 1906.

- 2° Mesure de la puissance effective.
- Si le moteur actionne une dynamo, mesurer le travail électrique effectué qui doit arriver à 600 ou 640 watts par cheval.
Si le moteur actionne des transmissions ou des pompes, utiliser le frein de Prony.
- La puissance indiquée pour un moteur à 4 temps à simple effet est donnée par $Pi = \frac{S \times C}{9000} \times N \times Pm$.
- 3° Mesure de la puissance indiquée.
- dans laquelle :
S section du piston.
C course du piston.
N n. de tours minute.
Pm pression moyenne sur le piston pendant un cycle.
Pour mesurer Pm on se sert d'indicateurs à diagrammes.
- 4° Mesure de la vitesse
- Chronomètre de précision marquant la seconde ou encore les compteurs totalisateurs de tours, tachymètres, tachygraphes.
- 5° Mesure des températures.
- Pour l'eau de circulation. (Méthodes des pesées ou des orifices).
Pour le gaz d'échappement. (Calorimètre Salleron. Analyse chimique des gaz brûlés).
- 6° Mesure des consommations
- Combustible. (Analyse calorimétrique.)
Huile de graissage.
Eau.
- 7° Conditions de fonctionnement
- Moteur. — Variations de vitesse, fonctionnement du régulateur, échauffement de coussinets, ratés.
Gaz. — Variation de pression, température, richesse.
Gazogènes. — Périodes de chargement, encrassements, influences sur la marche du moteur.
Local. — Température, propreté.
- 8° Interprétat. des résultats. | Tableau à dresser (1).

Conclusion. — Nous avons terminé cette rapide revue des divers types de moteurs. Un sujet aussi vaste devait être fatalement incomplet vu le cadre étroit dans lequel nous étions obligés de nous tenir. Nous espérons cependant avoir pu montrer ce que l'on peut et par conséquent ce que l'industriel doit obtenir des appareils qui sont à sa disposition pour lui fournir la force motrice. Peut-être trouvera-t-il une différence entre les chiffres que nous avons indiqués et ceux qu'il constate. Nous ne le souhaitons pas. Mais si, comme cela est cependant probable, il constatait ou une dépense supérieure, à ce que nous avons indiqué, toutes les conditions restant les mêmes, ce serait notre satisfaction de le lui avoir fait remarquer et par là même de lui avoir indiqué le moyen de réaliser une véritable économie.

(1) Voir pour plus de détails : Règles établies par l'American Society of Mechanical Engineer, *Revue de Mécanique*, août, octobre 1901.



La Production Economique de la Force Motrice

Première Partie

INDEX MÉTHODIQUE

	Pages		Pages
Introduction. . . Généralités sur la production de la force motrice	1	Les Moteurs hydrauliques	25
<i>PREMIÈRE PARTIE</i>		Les Récepteurs hydrauliques	43
Le Moteur solaire	4	Conclusion.	58
Les Moteurs animés.	7		
{ Les êtres humains. Les animaux.	7		
{ Les vents	12		
{ Historique	14		
Les Aéro-moteurs.	14		
{ Description des moulins à vent.	14		
{ Utilisation	18		
{ Essais	20		
{ Coût des appareils. Frais de premier établissement.	22		
		L'énergie hydraulique	25
		Forces hydrauliques disponibles et utilisées en France.	29
		La législation des cours d'eau. Aménagement des chutes d'eau.	33
		Les roues	39
		Les turbines hydrauliques.	43
		Turbines axiales.	44
		Turbines radiales.	45
		Turbines mixtes.	46
		Rendement des moteurs hydrauliques.	46
		Installation des turbines.	52

INDEX ALPHABÉTIQUE

Augets des roues Pelton.	41	Mesure du débit d'une chute.	47
Chaudière solaire de Mouchot.	6	Moulin Corcoran.	17
Choix du moteur hydraulique	52	Moulin Halladay.	16
Chutes d'eau en pays de plaine.	33	Moulins américains	15
Chutes d'eau en pays de montagne.	36	Moulins européens.	15
Conduites forcées.	38	Mouture par les moulins à vent.	18
Conclusions du professeur La Cour sur les moulins à vent	20	Pompe solaire de Mouchot	5
Coût de l'installation des moulins à vent.	23	Pompe solaire de la Solar Heat Power Company.	7
Coût des moulins à vent.	23	Précautions à observer pour l'exécution des manœuvres de force.	10
Élévation de l'eau par les moulins à vent.	18	Prix de revient de la force motrice hydraulique.	55
Énergie hydraulique.	25	Reboisement.	26
Essais de la Société royale d'Agriculture en Angleterre	21	Réglage des roues Pelton	42
Essais au frein des turbines.	49	Régularisation des torrents	26
Expériences de M. Ringelmann.	24	Roue Pelton.	40
Forces hydrauliques établies dans le monde entier.	29	Roue Poncelet.	40
Historique des moulins à vent.	14	Scieries actionnées par les moulins à vent.	18
Houille blanche et houille verte.	26	Travail développé par les êtres humains.	7
Influence de la gelée sur le fonctionnement des turbines.	30	Travail fourni par les animaux.	11
Influence des progrès de l'électricité sur le développement des installations hydrauliques.	27	Travail mécanique que l'on peut transformer de la chaleur solaire	4
Installations électriques des moulins à vent.	19	Turbines axiales	44
Législation des cours d'eau.	31	Turbines mixtes.	46
		Turbines radiales	45
		Vents	12

Deuxième Partie

INDEX MÉTHODIQUE

Les Moteurs thermiques.

Machines à vapeur.	2	Les Turbines à vapeur	21
{ Généralités sur les machines à vapeur.	2	{ Consommation des turbines à vapeur.	23
{ Enveloppes de vapeur.	4	{ Conclusion	27
{ Débite	6	Les Moteurs à explosion.	31
{ Condensation	7	{ Moteurs à 4 temps.	31
{ Surchauffe	9	{ Moteurs à 2 temps.	31
Machines alternatives.	12	{ Combustibles employés.	32
{ Machines demi-fixes	12	{ Les gazogènes.	33
{ Conclusion	14	{ Installations au gaz pauvre par aspiration.	35
Les Turbines à vapeur	14	{ Critique des moteurs thermiques.	28
{ Historique	14	{ Considérations qui doivent guider le choix d'un moteur thermique	40
{ Turbine Parsons	15	{ Essais des moteurs	41
{ Turbine de Laval.	17		
{ Turbine Breguet.	19		
{ Turbine Rateau.	19		
{ Turbine Curtis	20		

INDEX ALPHABÉTIQUE

Cheval-heure.	41	Machines à vapeur horizontales.	3
Condensation dans les turbines à vapeur.	25	Machines à vapeur à grande vitesse.	3
Condensation par mélange.	9	Machines à vapeur verticales.	3
Condensation par surface.	9	Moteurs à 4 temps.	31
Consommation des gazogènes.	34	Moteurs à 2 temps.	31
Critique des moteurs thermiques.	38	Moteur Kœrting	31
Débite dans les machines alternatives.	6	Pression de la vapeur dans les turbines à vapeur.	24
Encombrement	27	Rendement des machines à vapeur	9
Enveloppes de vapeur.	4	Surchauffe dans les machines à vapeur.	9
Essais des moteurs thermiques	42	Surchauffe dans les turbines à vapeur.	24
Gazogènes par aspiration.	34	Turbine Breguet.	19
Gazogènes sous pression.	33	Turbine Curtis.	21
Historique des moteurs à explosion.	30	Turbine de Laval.	17
Historique des turbines à vapeur.	14	Turbine demi-fixe.	20
Installations au gaz pauvre.	35	Turbine Parsons	15
Installations au gaz riche.	41	Turbine Rateau.	19
Machines à vapeur alternatives	3	Turbine Westinghouse	16
Machines demi-fixes	12	Turbine Zeilly.	21

LE MOIS SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIEL

Revue des Revues techniques du Monde entier

ET SON

BUREAU TECHNIQUE

sont indispensables :

A L'INGÉNIEUR
A L'INDUSTRIEL
AU NÉGOCIANT

Services du Bureau Technique du M. S. I.

	Pages.		Pages.
Organisation	6	I. Section Génie civil	10
Fonctionnement	7	II. — Physique industrielle	10
Service des Traductions	7	III. — Industries Chimiques	11
Service des Adresses	8	IV. — Mines et Métallurgie	12
Service des Journaux	8	Service des Laboratoires	13
Service des Livres	8	Service des Brevets	14
Service des Bibliographies	8	Service des Expertises	15
Service des Etudes et Projets	9	Service Juridique	15
		Service des Catalogues	16

Direction et Administration : 8, rue Nouvelle, PARIS — 9^e

Téléphone 316-20.

Adresse télégraphique : MSI-PARIS.

LE MOIS SCIENTIFIQUE ET

INDUSTRIEL

Revue des Revues Techniques

8, Rue Nouvelle, PARIS-9^e

Le M. S. I. est honoré d'une subvention de la Société d'encouragement pour l'Industrie Nationale et d'une subvention de l'Association française pour l'avancement des Sciences.

MULTA PAUCIS

Cette Revue, d'un genre unique, publie chaque mois, après les avoir classés méthodiquement et suivant un ordre pratique, les résumés accompagnés de croquis et de photographies des principaux mémoires pratiques publiés par les revues techniques du monde entier en quelque langue qu'ils soient.

Ces analyses, faites par des spécialistes, donnent l'essence même du travail résumé, en signalant tous les points intéressants et nouveaux dans l'ordre pratique.

Elle est, en premier lieu, l'outil indispensable de l'ingénieur et de l'industriel qui veulent suivre sans grande dépense et sans grand effort les perfectionnements apportés dans leur industrie.

C'est aussi un recueil intéressant et instructif pour tous ceux qui veulent, sans approfondir les questions, se donner une idée générale des travaux considérables accomplis dans les différentes branches industrielles.

Nous conseillons donc à tous ceux qui veulent avoir une idée de cette importante publication de solliciter l'envoi d'un

SPÉCIMEN GRATUIT (Joindre 0,20 pour les frais).

Le spécimen envoyé a pour but de donner une idée approximative de l'état actuel de la Revue qui a aujourd'hui 80 à 100 pages par mois. Ce spécimen montre bien la façon dont est réalisée notre devise *Multa paucis*.

Pendant ses années d'existence, elle a résumé plus de 30,000 articles.

CE QUE L'ON TROUVE DANS LE M. S. I.

A. — Le **Compte rendu** analytique des articles parus dans les principales revues techniques françaises et *étrangères* (1). Le texte est accompagné de nombreuses gravures qui en rendent la lecture agréable. Enfin ces articles sont soigneusement *indexés* : d'une part au moyen d'un numéro d'ordre; d'autre part au moyen de chiffres de classification de la bibliographie décimale enfin classés dans les chapitres suivants :

Ils sont séparés en 3 parties.

1^{re} Partie : Mécanique, Electricité, Economie industrielle.

- | |
|---|
| Chap. I. — Mesures. |
| — II. — Force motrice. |
| — III. — Machinerie et appareils mécaniques. |
| — IV. — Machinerie et appareils électriques. |
| — V. — Construction. |
| — VI. — Hygiène et Prévoyance (domestique et industrielle). |

- | |
|--|
| Chap. VII. — Economie industrielle (Droit industriel). Organisation des usines, prix de revient. |
| — VIII. — Eclairage et chauffage. |
| — IX. — Télégraphie et téléphonie. |
| — X. — Locomotion (automobilisme, navigation, aérostation). |
| — XI. — Recherches physiques (sciences pures). |

2^e Partie : Le Mois Minier et Métallurgique.

- | |
|------------------------------------|
| Chap. I. — Exploitation des mines. |
| — II. — Charbonnages. |
| — III. — Minerais et métaux. |
| — IV. — Métallurgie générale. |

- | |
|-------------------------------------|
| Chap. V. — Fer, fonte, acier. |
| — VI. — Plomb, cuivre, argent, etc. |
| — VII. — Petits métaux. |

(1) Le Bureau Technique du M. S. I. peut en outre procurer ces revues (voir page 8).

3^e Partie : Mois chimique et Electrochimique.

Chap. I. — Electrochimie.	Chap. VI. — Céramique et verre.
— II. — Matériel chimique.	— VII. — Blanchiment et teinture.
— III. — Produits chimiques.	— VIII. — Industries diverses.
— IV. — Boissons et aliments.	— IX. — Analyse industrielle.
— V. — Corps gras et savons.	

B. — A la suite des analyses données dans chaque chapitre, une rubrique **Références** donne des indications sur des articles intéressants, mais qui pour une raison quelconque n'ont pu être résumés. (Abondance de matières par exemple.)

Le Bureau Technique se charge de procurer les périodiques cités dans la *Revue* moyennant des honoraires convenus.

C. — A la fin de chaque chapitre **Le service spécial des Brevets du Bureau Technique du M. S. I.** donne un relevé des brevets les plus intéressants délivrés depuis peu et pris sur les sujets concernant ce chapitre. Les recherches sont ainsi énormément facilitées pour le lecteur.

D. — Un **Cours mensuel** des principales matières premières intéressant l'industrie en général. Citons les **combustibles** : houilles, pétroles, alcool; les **minerais** et terres rares; les **métaux** et alliages; les **produits chimiques**, colorants et parfums; les **engrais**, etc. Les cours sont donnés, quand il est possible, à Paris, Londres, New-York, Hambourg et Amsterdam. Ce cours est aujourd'hui reconnu comme officiel.

E. — Une **Bibliographie** régulière des principaux ouvrages publiés en France et à l'étranger. Chaque bibliographie est une *critique* et non pas un *compte rendu* d'éditeur. On est donc bien renseigné sur la valeur de l'ouvrage considéré, ayant l'opinion d'un spécialiste qui a lu le livre analysé.

F. — Liste de références bibliographiques donnant sur les ouvrages parus dans le mois, dans les principales librairies techniques ou scientifiques, avec indication de prix, format, nombre de pages, etc. *Le Bureau Technique* se charge de procurer tous ces livres aux prix indiqués (voir page 8).

G. — Un chapitre **Informations industrielles et économiques** dans lequel les Industriels peuvent décrire leurs appareils et procédés nouveaux et où nos correspondants à l'étranger viennent noter leurs impressions sur l'état général du marché; où enfin nous ajoutons toute information, séance de Sociétés techniques, adjudications, concours, etc., susceptible d'intéresser le lecteur.

H. — Enfin pour chaque partie une **Table méthodique des Matières** permettant de rechercher rapidement l'article présentant un intérêt spécial pour le lecteur, parmi les 400 à 500 articles régulièrement analysés, et qui complète fort heureusement notre petite *Encyclopédie périodique*.

Edition pour Fiches. — Afin de permettre à ceux de ses lecteurs qui emploient déjà ce système de découper et de coller sur fiche les analyses des articles qu'il publie le **Mois scientifique et industriel** fait paraître une édition spéciale imprimée d'un seul côté des feuilles. Comme d'autre part chaque analyse porte le numéro de la classification décimale, les fiches ainsi formées sont immédiatement prêtes à être classées.

Prix du numéro : 2 francs.

ABONNEMENT :	<i>Edition ordinaire</i>	<i>Edition pour fiches.</i>
France et Belgique (1).	20 fr.	25 fr.
Etranger.	25 fr.	30 fr.

Cet Abonnement est intégralement remboursé.

En effet *Le Mois Scientifique et Industriel* au cours de l'année 1905, encouragé par des prix et des subventions, est à même d'envoyer à ses abonnés à titre de remboursement :

1^o Au cours de l'année **4 monographies industrielles sur un sujet d'actualité** (2). Ces monographies publiées en supplément et abondamment illustrées résument l'*Etat actuel de nos connaissances* sur le sujet considéré. Après une *mise au point* et un *historique* toujours intéressants, les méthodes modernes sont exposées avec une documentation précise empruntée aux meilleures sources, enfin une *bibliographie* très complète vient en aide aux lecteurs désireux d'approfondir la question. Ces monographies sont vendues couramment en librairie 2 fr. 50 pièce, soit une valeur de **10 fr.**

2^o **2 bons de 5 francs chacun sur le Bureau Technique du M. S. I.** et acceptés à la volonté de l'abonné soit comme paiement du montant d'une consultation, soit comme acompte d'une étude plus importante, soit **10 fr.**

TOTAL **20 fr.**

(1) Pour les abonnements en Belgique, s'adresser, 7, passage Lemonnier, Liège.

(2) Voir page 4 les Monographies en préparations.

Nous tenons à la disposition de nos clients de nombreuses lettres de référence.

MONOGRAPHIES RÉCEMMENT PUBLIÉES

Par le Bureau Technique du M. S. I.

En dépôt dans les Bibliothèques de Gares
et dans les Grandes Librairies, et servies gratuitement aux abonnés
du " Mois Scientifique et Industriel ".

Collection honorée d'une subvention de l'Association française pour l'Avancement des Sciences.

- N^o 1. **L'électrosidérurgie** (épuisé).
- N^o 2. **Le froid industriel et ses applications** (épuisé).
- N^o 3. **L'incandescence par le gaz**, étude économique, pratique et technique montrant les progrès récents de ce mode d'éclairage; son prix de revient exact d'après les essais de longue durée; sa comparaison avec les autres systèmes, pour l'éclairage des ateliers et magasins (Port 0 fr. 15). 1 fr.
- N^o 4. **Progrès récents de l'industrie du verre**, par le professeur *Granger*. Le chauffage des fours de verrerie a fait dans ces dernières années de grands progrès, sans parler de l'application du four électrique à la verrerie qui est exposée tout au long dans cette étude pratique très documentée. En deuxième lieu l'auteur décrit en détail les procédés de soufflage des grandes pièces de verre, qui constituent encore pour les praticiens un sujet d'étonnement. 40 figures et photographies. (Port 0 fr. 15)..... 1 fr.
- N^o 5. **Les méthodes modernes de paiement des salaires**, par *J. Icart*, ingénieur civil des mines, avec une préface de *M. Yves Guyot*. Etude pratique et écrite dans un langage facile des méthodes employées aux Etats-Unis et en Angleterre pour faire produire à l'ouvrier son effort maximum, tout en augmentant le bénéfice de l'industriel. Cette monographie étudie successivement les divers genres d'industrie et constitue un véritable manuel indispensable à consulter. (Port 0 fr. 25)..... 2 fr.
- N^o 6. **La surchauffe de la vapeur**, par *Paul Baudoin*, ingénieur des Arts et Manufactures. Guide pratique faisant ressortir les avantages que peut procurer dans chaque usine l'emploi de la vapeur surchauffée, soit pour la force motrice, soit pour le chauffage. (Port 0 fr. 20).. 1 fr. 50
- N^o 7. **L'électricité dans l'industrie minière**, guide pratique permettant de se rendre compte des services que peut rendre l'électricité dans chaque cas particulier. Nombreuses notes pratiques et documentation considérable, 80 pages, 55 figures. (Port 0 fr. 25)..... 3 fr.
- N^o 8. **Progrès récents dans les industries de fermentation**. Manuel pratique exposant d'une façon claire et concise les progrès accomplis dans ces dernières années dans les industries de fermentation: Distillerie, Rhumerie, Brasserie, Cidrierie, Industrie vinicole et du vinaigre, Lait aigri, etc., 80 pages. (Port 0 fr. 25)..... 2 fr. 50
- N^o 9. **L'économie dans la chaufferie**. Cette étude, très documentée, montre les économies considérables que l'on peut faire par l'installation rationnelle d'une chaufferie, d'après les perfectionnements réalisés dans ces dernières années. C'est un guide pratique de l'industriel, indispensable à tous ceux qui possèdent une chaudière, 110 pages, 40 figures. (Port 0 fr. 25)..... 2 fr. 50
- N^o 10. **La fonderie moderne** (fonte, acier, bronze, laiton, aluminium). Exposé pratique des perfectionnements récents réalisés en France, en Angleterre, aux Etats-Unis, en Allemagne, dans la fonderie, en tant que matériel, procédés et tours de main. On sait tout le parti que les Américains et les Allemands ont su tirer de la fonderie de fonte; les Anglais et les Américains, d'autre part, ont perfectionné la fabrication des bronzes et alliages à grande résistance mécanique, ainsi qu'au feu et à la vibration. Nous signalons aussi le mode opératoire lui-même qui, par les procédés d'organisation parfaite et d'exécution rapide, a permis de réduire dans une large mesure le prix de revient (100 pages, nombreuses illustrations. — Port 0 fr. 25)..... 2 fr. 50
- N^o 11. **Le chauffage économique de l'habitation**, guide pratique donnant des renseignements précis sur les procédés modernes qu'il est bon d'appliquer pour obtenir un chauffage économique rationnel des locaux d'habitation et d'atelier. (Port 0 fr. 25)..... 2 fr. 50
- En préparation et pour paraître incessamment :*
- N^o 12. **L'économie dans la manutention** Transports dans l'usine, camionnage, transports sur route, etc.
- N^o 13. **La production économique de la force motrice**. (1^{re} partie).
- N^o 14. **La transmission de la force motrice dans les ateliers**.
- N^o 15. **L'aménagement économique de l'usine**. — Détails pratiques de l'installation de tous accessoires utiles, tuyauterie, ateliers de réparation et organisation, etc.
- N^o 16. **L'éclairage économique de l'habitation**.

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE

Muncaster.

621.71

322. — L'établissement des usines.1906. London. *Engineering Review*, janvier, pages 24 à 31 (3.700 mots) (5 figures).

Premier article d'une série d'études sur ce sujet.

Choix de la situation. — Sauf considérations particulières, les points principaux à considérer sont :

a) Facilités de transport. L'usine doit être aussi près que possible d'une bonne route, d'une voie ferrée ou d'une voie fluviale. L'idéal lorsqu'on a des pièces lourdes, est d'avoir un embranchement de voie ferrée pénétrant dans l'usine, et d'être en connexion à l'arrière avec un canal ou une rivière pour les approvisionnements de charbon et matières premières.

b) La surface du terrain doit être de niveau. Le sol tel qu'on puisse établir des fondations faciles pour les machines sans travaux coûteux de grande profondeur. Un terrain vague pourra être prévu pour la décharge des mâchefers et résidus qui sans cela seraient coûteux à enlever.

c) Le coût de la vie dans les environs de l'usine ne doit pas être trop élevé, pour que la population ouvrière y puisse vivre d'une façon raisonnable. Sinon la répercussion se fera sentir sur la main-d'œuvre que l'ouvrier exigera plus élevée.

Matériaux de construction. — La brique quand elle est meilleur marché sur place que la pierre doit être préférée, car en raison de sa forme régulière, les constructions peuvent être établies à un coût de main-d'œuvre inférieur à celui du moellon.

Les fermes seront de préférence métalliques ; elles sont moins coûteuses et plus rapidement érigées que le bois. La tôle ondulée galvanisée qui est fréquemment employée comme couverture n'est pas recommandable car, si elle est bon marché comme achat, elle est coûteuse comme entretien, et si cet entretien est défectueux elle est rapidement détruite. Même dans de bonnes conditions, la couverture doit être renouvelée tous les 6 à 7 ans. En outre, en été la température est excessive et en hiver insuffisante en dépit du chauffage.

La couverture en ardoise est recommandée ; elle est environ deux fois plus chère que la précédente mais l'entretien est presque nul et la durée considérable.

Division des bâtiments. — Lorsque l'ensemble des bâtiments occupe une grande surface, il est nécessaire de diviser la largeur totale en plusieurs halls.

La pratique indique que la distance maximum à laquelle une machine-outil peut être commandée efficacement par courroie est de 4,50 horizontalement d'axe en axe ; de telle sorte que la largeur convenable d'une travée d'atelier peut être estimée à 12 mètres.

Les figures 1 et 2 représentent deux dispositions convenables pour ateliers mécaniques ; on y voit le mode de commande des outils et la disposition des courroies.

La fig. 1 a une grande travée de 12 mètres, et une petite de 7 m. 50 ; la fig. 2 a trois travées égales de 15 mètres ; cette dernière disposition convient pour les ateliers ayant de lourdes et volumineuses pièces à travailler.

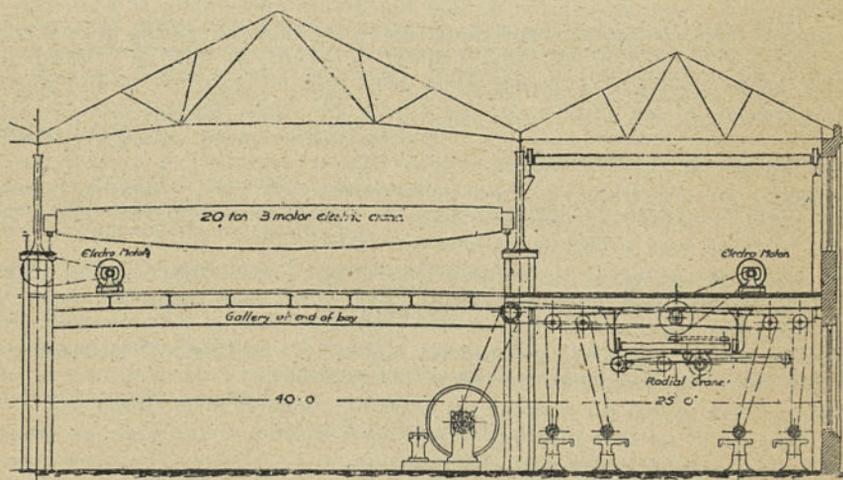


FIG. 1.

Electro motor : Moteur électrique. — 20 ton, 3 motor, etc. : Pont roulant électrique de 20 tonnes.

Départements de l'usine. — L'usine de construction peut être divisée en six services ou départements pour chacun desquels un bâtiment spécial est nécessaire. Ce sont :

1. Atelier des machines : ajustage et finissage, qui doit être collatéral à l'atelier de montage, surtout s'il s'agit de grosses machines.
2. Fonderie de fer, pour les grosses pièces.

Mars 1906

BUREAU TECHNIQUE

du M. S. I.

8, Rue Nouvelle, 8, PARIS 9^e

(Fondé en 1899)

Téléphone 316-20

Adresse Télégraphique : MSI-PARIS.

Toute personne faisant des recherches scientifiques ou industrielles
a intérêt à se mettre en relation avec le " Bureau Technique "

*L'Encyclopédie générale!!! idée splendide, mais impossible maintenant, étant donné l'état actuel, sans cesse grandissant, des connaissances humaines, à réaliser dans un livre. Pour qu'elle existe, il faut qu'elle soit vivante, il faut que chacune de ses parties, même les plus infimes, se maintienne au courant des progrès incessants, sous peine de la voir en un instant arriérée et sans utilité pour son lecteur. C'est cet organisme vivant et intelligent que nous avons cherché à réaliser par le **Bureau Technique du M. S. I.***

*L'ingénieur et l'industriel sont constamment arrêtés dans leurs travaux par des difficultés qui sortent de leur compétence et il leur est difficile de trouver un concours technique à la fois sûr, impartial, et offrant toutes les garanties de **secret professionnel** désirables. C'est pour remédier à cet inconvénient que nous avons fondé, dès 1899, l'Encyclopédie vivante du **Bureau Technique du M. S. I.**, qui répond à toute demande, fournit tout conseil pratique, etc.*

*Destiné à compléter notre Revue mensuelle d'Information, le "**BUREAU TECHNIQUE**" est à même de répondre à toute question qui lui est posée, quel qu'en soit l'objet.*

*Il est constitué par une association de 233 Ingénieurs spécialistes et praticiens que, pendant quatre années de préparation, nous avons patiemment réunis, assemblés pour faire un tout homogène, dont les intérêts soient communs; et dont la compétence est maintenant établie comme indiscutable, ainsi qu'en font foi les nombreuses et flatteuses attestations venues de nos clients, sur les études que nous avons livrées et sur les fascicules que nous faisons paraître trimestriellement dans la **Bibliothèque pratique du M. S. I.***

Nos travaux ont d'ailleurs reçu une consécration officielle: dans sa séance du 14 février 1905, le Conseil d'Administration de l'Association française pour l'Avancement des Sciences nous a décerné un prix à ce sujet.

*A côté de ce groupement, nous avons entrepris l'établissement d'un **Grand Répertoire Technique International** dans lequel nous indexons, d'une façon régulière, les titres de tous les articles ou mémoires publiés par les 540 Revues techniques: françaises anglaises, américaines, allemandes, autrichiennes, canadiennes, australiennes, etc., etc., que nous recevons périodiquement.*

Cette indexation se fait sur fiches et ces fiches sont classées méthodiquement.

Ayant allié de la sorte la pratique et la documentation scientifique, on comprend tous les services que peut rendre notre organisation.

Après avoir très rapidement réuni sur la question qu'on nous pose toute la documentation que nous avons, nous la transmettons au spécialiste compétent.

*Nous sommes donc en mesure de **résoudre tout problème** relatif aux sciences pures, à l'industrie, ou aux sciences économiques, moyennant des **honoraires convenus d'avance.***

Nos travaux sont toujours exécutés par un spécialiste, praticien et non homme de bureau; chaque mémoire est toujours revu avec soin avant d'être transmis:

cette revision ayant pour but de vérifier si le mémoire répond bien aux désirs et aux besoins du demandeur.

Le **Mémoire en réponse**, sommaire ou détaillé, suivant la demande, est accompagné de schémas, de croquis ou de dessins. Il est établi, soit sous forme de notes qu'on peut employer pour compléter ou documenter un travail, soit sous forme de **mémoire définitif**, avec tous les soins de rédaction nécessaires.

Les correspondants sont priés de **bien préciser** les questions sur lesquelles ils désirent un éclaircissement ou une étude, et de communiquer tous les détails qu'ils possèdent déjà eux-mêmes, car toute diminution dans les recherches préliminaires permet au "**BUREAU TECHNIQUE**" de réduire le **prix**, ainsi que le **décal** de livraison.

Les prix sont toujours extrêmement modérés.

Dans le cours de 1901 nous avons répondu à	140	demandes
En 1902, à	328	—
En 1903, à	1,380	—
En 1904, à	2,545	—

venues de toutes les parties du monde.

FONCTIONNEMENT

Le fonctionnement pratique du "**Bureau Technique**" est très simple. On expose, clairement (1) avec tous les détails possibles et la plus grande précision, la **question** que l'on désire voir traiter, soit *sommairement*, soit *complètement*, en joignant un timbre pour la réponse. Par courrier, au plus tard dans la semaine, le "**Bureau Technique**" fait connaître les conditions d'honoraires et de délai dans lesquelles il peut exécuter le travail demandé, mais celui-ci n'est commencé qu'après réception de l'acceptation des prix et délai de livraison. Le client passe alors sa commande en joignant la moitié des honoraires pour un montant supérieur à 20 francs et le total pour 20 francs et au-dessous (2).

Les travaux du "**Bureau Technique**" sont exécutés en français, anglais, allemand, espagnol, italien, etc., selon le désir des correspondants.

Ces travaux sont la propriété absolue des clients; la discrétion professionnelle la plus stricte est observée. Le secrétariat seul connaît les noms et adresses des correspondants.

NOTA. — Il y a lieu de préciser dans la demande au "**Bureau Technique**" si les indications ou travaux que l'on désire concernent seulement l'une ou quelques-unes des industries françaises, allemandes, américaines, anglaises, etc.

Les conditions de prix et de délai sont fixées séparément pour chacune de ces industries.

SERVICE DES TRADUCTIONS, ANALYSES & COPIE

Le "**Bureau Technique**" se charge d'effectuer la traduction en français de tout article, mémoire, etc., anglais, allemand, hollandais, suédois, polonais, russe, espagnol, portugais, etc., et réciproquement de toute lettre, mémoire, cahier des charges, etc., de français en portugais, espagnol, russe, etc.

Ses collections de publications étrangères lui permettent de fournir sur simple indication de date, la traduction de tout article paru depuis 1890.

Notre "**Bureau Technique**" est la seule organisation dont toutes les traductions sont faites par des ingénieurs spécialistes.

TARIF	{ 1 fr. les 100 mots. { 8 fr. les 1000 mots.	{ Anglais, Allemands, { Espagnol, Italien { en Français.	1 fr. 25 les 100 mots. 10 fr. » les 1000 mots.	{ Pour les { autres { langues.
-------	---	--	--	--------------------------------------

Le "**Bureau Technique**", lorsque la traduction littérale d'un article est trop coûteuse, se charge de faire une analyse très complète contenant tous les renseignements importants moyennant une rétribution moindre.

TARIF : 5 fr. les 1,000 mots.

(1) Quand nos demandeurs nous posent à la fois plusieurs questions sur des objets différents, nous les prions de le faire sur des feuilles séparées, pour la rapidité, la facilité du travail, et pour diminuer les faux frais. Chaque question est munie d'un numéro qu'il est très important de reproduire dans toute la correspondance.

(2) Cette règle que nous avons été obligé d'adopter et qui consiste à demander le versement d'une partie des honoraires à la commande, nous a amené quelquefois des observations toujours pénibles. Nous ferons observer que le caractère extrêmement particulier des travaux qui nous sont demandés, justifie pleinement notre mode de paiement, car si un client venait renoncer à sa demande, il nous serait tout à fait impossible d'en effectuer ailleurs le placement. Le solde est payable à la livraison.

Nous tenons à la disposition de nos clients de nombreuses lettres de référence.
 IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

Le "**Bureau Technique**", lorsqu'on désire avoir, dans un *délai très court*, communication d'un document, notice ou article en n'importe quelle langue, en fournit copie, ce qui évite bien souvent les pertes de temps occasionnées par les retards des éditeurs ou administrations des journaux.

TARIF { 2 fr. les 1000 mots pour les textes Français.
3 fr. — — — — — Etrangers, en lettres latines.

SERVICE DES ADRESSES

Lorsqu'on désire acheter une machine quelconque, il est toujours difficile et long de se procurer l'ensemble des adresses des Maisons contruisant spécialement ce genre d'objets.

Notre *Index des Fabricants*, constamment remis à jour, permet de fournir à volonté l'ensemble des adresses françaises, anglaises, américaines, belges, etc., et cela dans des conditions extrêmement modiques.

Notre méthode ordinaire consiste à donner les adresses des spécialistes; sur demande et moyennant un supplément d'honoraires nous avisons ces spécialistes en les priant d'adresser leurs catalogues à notre demandeur (1).

VOIR ÉGALEMENT SERVICE DES CATALOGUES (page 16).

SERVICE DES JOURNAUX

Moyennant des honoraires convenus d'avance, le *Bureau Technique* se charge de procurer n'importe quel numéro de revues ou de périodiques qui lui est demandé.

Dans le cas où le numéro demandé par le client est épuisé, nous retournons le montant de nos honoraires diminué de nos frais de bureau et de correspondance.

Avoir soin de donner toutes les indications bibliographiques utiles sur la publication en vue telles qu'elles sont données dans le *M. S. I.* en tête de chaque analyse.

Nous nous chargeons en outre d'abonner nos clients à n'importe quelle revue ou journal du monde.

SERVICE DES LIVRES

Nous nous chargeons de procurer à nos clients les livres techniques dont ils peuvent avoir besoin et aussi bien ceux cités dans le *M. S. I.* que ceux dont on nous indiquera le nom d'auteur, le titre, le nom de l'éditeur et la ville d'édition.

Lorsqu'une des indications ci-dessus manque nous la recherchons moyennant honoraires.

Si le client veut auparavant connaître les points traités dans le livre en question, nous nous chargeons de lui envoyer copie ou traduction de la table des matières à notre tarif ordinaire.

Enfin nous nous chargeons de donner sur les chapitres qui nous sont désignés une analyse en français à notre tarif ordinaire (5 fr. les 1.000 mots), mais avec un minimum d'honoraires égal à la valeur du livre.

SERVICE DES BIBLIOGRAPHIES

Notre "**Bureau Technique**", grâce à une collection unique de 7.000.000 de **fiches**, est à même de fournir très rapidement et moyennant des honoraires très réduits la Bibliographie des **articles ou traités spéciaux** qui ont paru en France comme à l'Etranger sur toute question technique, scientifique, juridique, commerciale, etc.

Ici nous tenons à attirer spécialement l'attention du lecteur.

Refaire ce qui a déjà été fait, réétudier ce que d'autres ont déjà étudié, est une grande faute pour l'industriel dont le temps précieux doit être utilisé le mieux possible.

Le célèbre milliardaire américain Carnegie, dans son ouvrage *L'empire des affaires*, parmi de nombreux conseils, basés sur une expérience dont les fruits sont à envier, s'exprime ainsi à sur ce sujet :

« Au cours de mon expérience de manufacturier, je sais que notre maison a commis de nombreuses fautes, en négligeant cette seule règle :

« Ne jamais rien entreprendre avant que les directeurs aient été à même d'examiner tout ce qui a été fait, sur la surface de la terre, dans leur spécialité. »

Il est évidemment difficile de tout aller voir, mais le nombre des Revues techniques du monde entier qui atteint aujourd'hui plus de 1,000 est tel que rien ne se produit, rien ne se crée sans qu'il en soit publié quelque part une note, souvent une description et un dessin, quelquefois des planches détaillées.

On pourra donc dire qu'aucun ingénieur ou industriel ne devrait jamais rien entreprendre avant d'avoir pris connaissance de tout ce qui a été fait sur le même sujet.

(1) Nous déclinons toute responsabilité dans le cas où des maisons refuseraient l'envoi de leurs catalogues.

Que d'argent économisé de la sorte, quelle sécurité dans le résultat final, et quelle supériorité dans la lutte contre la concurrence.

Malheureusement, jusqu'à ces dernières années, ce genre de recherches était fort coûteux et d'un résultat incertain. L'industriel ou l'ingénieur étaient obligés de les faire eux-mêmes, ou de s'adresser à un sous-ordre auquel le résultat était indifférent.

Aussi ce procédé était-il peu répandu malgré ses nombreux avantages. 99 fois sur 100 on n'y faisait pas appel.

Depuis quelques années, il s'est créé des offices spéciaux qui ont entrepris de faire ces recherches bibliographiques pour le compte de l'industriel.

Jusqu'à présent, seule notre organisation offre toutes les garanties désirables, les autres l'ont imité; mais pas dans l'organisation, dans la réclame seulement.

Elle prête d'ailleurs déjà son concours aux plus grandes maisons industrielles de France.

Son organisation, essentiellement méthodique, est des plus simples. Elle reçoit régulièrement le service de 540 Revues techniques françaises et étrangères. Au fur et à mesure de leur arrivée, ces publications ainsi que les volumes des éditeurs, les notices, etc., sont dépouillées méthodiquement, les titres de tous les articles ou chapitres sont mis séparément sur des fiches, et ces dernières sont classées aussitôt dans des meubles spéciaux, par une méthode originale.

En très peu de temps, on peut dans la masse totale retrouver toutes les fiches sur un même sujet, et en établir la *Bibliographie simple*, donnant le nom de l'auteur, le titre de l'article en français, et toutes les indications d'origine sans abréviations.

Dans d'autres cas, nous fournissons la *Bibliographie détaillée*, contenant, outre les renseignements ci-dessus, le résumé des documents pratiques contenus dans le mémoire original, et enfin la *Bibliographie très détaillée* donnant tous les renseignements contenus dans l'article, le volume ou la notice concernant un point de vue particulier du sujet qui nous est indiqué par le demandeur.

Voilà donc l'industriel ou l'ingénieur à même de réunir rapidement, sans effort, pour une dépense minime et quel que soit leur isolement tout ce qui a été fait, sur un problème déterminé, ils vont pouvoir profiter des essais antérieurs, éviter bien des insuccès et augmenter leurs chances de réussite : toutes considérations importantes à notre époque de *time is money*.

Exemples :

Fabrication des encres, 96 fiches.
Filtres à sable, 50 fiches.
Fabrication des émaux, 35 fiches.
Conservation de la viande, 47 fiches.
Calorifuges et isolants thermiques, 41 fiches.

Huiles lourdes appliquées au chauffage, 62 fiches.
Labourage électrique, 26 fiches.
Paiement des salaires système à primes, 99 fiches.
Turbines à vapeur, 127 fiches.

SERVICE DES ÉTUDES & PROJETS

1° Etudes financières.

Nous nous chargeons d'établir des rapports sur *l'état d'une industrie*, d'un commerce en général, ou bien dans un cas particulier, nos documents et nos correspondants nous permettent de fournir très rapidement tous renseignements sur les *conditions d'importation* de tel ou tel produit dans un pays quelconque.

Exemples de questions résolues :

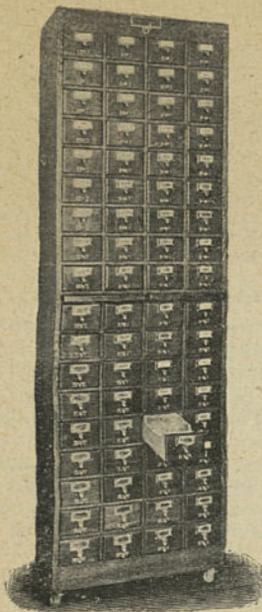
Etat du commerce de l'acide borique dans le monde entier; pays dont l'exportation est en décroissance ? Donner tous renseignements économiques.

2° Etudes économiques.

L'économie industrielle comprend deux choses bien distinctes :

1° L'étude économique de toute installation nouvelle, ce qui est indispensable avant de faire la moindre dépense, mais ce qui ne peut être fait que par des spécialistes.

Nous tenons à la disposition de nos clients de nombreuses lettres de référence.



Meuble à fiches.

2° L'économie ouvrière, le paiement des salaires, etc. Pour cette dernière question nous nous sommes faits une spécialité de la mise en pratique et de l'étude des meilleures méthodes rationnelles depuis la publication de notre monographie sur *Les Méthodes modernes sur le Paiement des salaires* qui eut un si grand succès.

Exemples de questions résolues :

1° Désirant installer une verrerie dans une colonie, je vous serais obligé de me fournir un devis, un prix de revient détaillé dans les conditions particulières où je suis ; et une estimation des bénéfices.

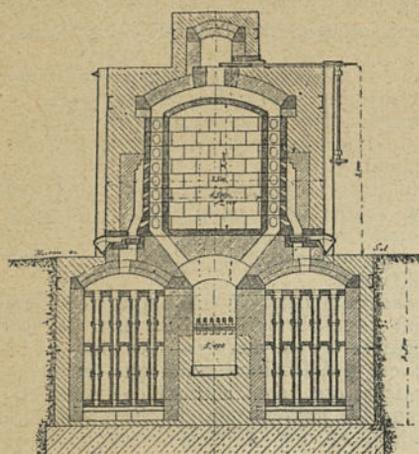
2° J'ai beaucoup entendu parler du « système à primes » pour le paiement des ouvriers, mais de la lecture à la mise en pratique il y a une marge considérable. Je fabrique des bicyclettes. Veuillez me fournir un rapport pratique détaillé, en obviant aux objections faites dans la note ci-jointe. Me donner tous modèles de tickets, etc.

3° Etudes industrielles.

Ce service a pour rôle de fournir des monographies, des rapports techniques, des études, des projets et plans d'installations d'usines, des devis, des conseils techniques, des détails pratiques de prix, de coût de main-d'œuvre, des chiffres de rendement, en un mot tous renseignements qui ne sont dans aucun ouvrage et dans aucune publication. Afin de faciliter le travail, ce service est divisé en quatre sections, ayant chacune, pour la diriger, un ingénieur spécialiste praticien :

Section I. — GÉNIE CIVIL

Utilisation des chutes d'eau. — Barrages. — Constructions métalliques, en ciment armé, etc. — Maçonneries, Ponts, etc.



Four à moufle au foyer gazogène
à respirateurs tubulaires contenus

Spécimen de plan d'installation fourni par le
Bureau Technique

(Nous avons de la sorte livré récemment des plans de fours à cuire, de fours à chaux, d'un four Martin ; tous ces plans sont établis par nous avec toutes les indications permettant la construction sur place).

Nous nous sommes occupés avec succès d'un très grand nombre de questions sur la construction de ponts, confection de routes, utilisation de chutes d'eau, et malgré l'importance considérable qu'atteignent toujours les questions qu'on nous pose dans cette section, nous avons maintenant une clientèle fidèle et régulière.

Section II. — PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Etude et vérification de toute installation de force motrice. — Emploi de force perdue. — Emploi de l'électricité dans les ateliers. — Eclairage. — Chauffage. — Séchage. — Ventilation. — Froid industriel.

La **Physique industrielle** occupe dans l'industrie une place prépondérante ; la *force motrice*, le *chauffage*, l'*éclairage*, la *ventilation*, le *séchage*, le *froid artificiel*, l'*électricité*, sont autant de questions que tout industriel est appelé à mettre en jeu d'une façon ou d'une autre, et dans chaque cas il est utile pour lui d'éviter les insuccès et de profiter de l'expérience des autres.

Notre rôle est donc de le *guider*, de le *conseiller* dans une installation nouvelle, de vérifier si une proposition qui lui est faite répond exactement à ce qu'il désire obtenir, de lui préparer des *contrats* d'achat qui garantissent pleinement ses intérêts.

Ci-dessous, quelques *spécimens* des questions que nous résolvons **régulièrement** et **rapidement**.

Ventilation, aération. — Les lois régissant les conditions de travail imposent aux industriels d'observer certaines règles. Il est intéressant pour eux d'obtenir le résultat exigé avec une dépense aussi réduite que possible et d'éviter d'entreprendre une installation qui, une fois terminée, ne donne pas le résultat désiré. Nous nous sommes spécialisés dans l'examen des devis et projets de constructeurs qui sont toujours remplis de belles promesses.

Séchage. — Beaucoup de résidus industriels pourraient être utilisés si l'on pouvait les dessécher, tels les résidus de cidrerie, etc. Il faut, dans ce cas, produire un séchage très économique.

Les mêmes difficultés se présentent pour d'autres produits naturels comme les varechs riches en sels minéraux.

Par l'emploi d'un outillage bien étudié, ces industries peuvent être rémunératrices.

Froid artificiel et glaciers. — L'industrie de la glace s'est développée très rapidement durant ces dernières années. Nous avons déjà réalisé plusieurs fabriques de glace artificielle, mais nous nous sommes préoccupés aussi de l'établissement de glaciers permettant l'emménagement mécanique de la glace naturelle et le débitage automatique de la glace accumulée.

Cette industrie nécessite un outillage spécial, peu coûteux, mais indispensable pour avoir un gain important.

Electricité. — L'électricité est aujourd'hui employée dans toutes les industries. Dans chaque cas, il faut profiter de l'expérience acquise pour obtenir le meilleur résultat et éviter les insuccès. Notre très nombreux documentation et notre pratique en la matière nous permettent de fournir bien des renseignements utiles que le constructeur n'a pas toujours intérêt à fournir.

Chutes d'eau. — Tout le monde aujourd'hui a sa chute d'eau. On ne rêve que l'utiliser; on va alors chercher un constructeur dont le premier intérêt est de fournir du matériel quel que soit le résultat obtenu. Nous nous sommes préoccupés de renseigner les propriétaires sur la valeur exacte de ce qu'ils possédaient; d'en étudier la valeur économique, et tout en en prévoyant l'utilisation, d'en rechercher des applications avantageuses dans le cas où l'on n'en avait pas. Nous avons, en effet, comme principe, dans la plupart des cas, d'entreprendre d'abord une étude économique avant tout travail technique. Avant de dépenser, il faut étudier s'il y aura bénéfice.

Déchets de coke et poussières. — « Nous avons dans notre usine à gaz des déchets de coke et des poussières de charbon de terre. Actuellement, nous ne pouvons les utiliser. Pourriez-vous nous trouver un moyen avantageux de les employer soit pour chauffer nos cornues, soit autrement. Veuillez nous préparer un travail complet sur les emplois possibles ou déjà réalisés de ces résidus. »

Moteurs à gaz pauvre. — Cette question est tout à fait à l'ordre du jour; elle a donné lieu à des échecs qui font hésiter beaucoup d'industriels à les employer. D'autre part la construction bon marché et peu soignée a créé une suspicion qui peut être légitime dans certains cas particuliers mais pas toujours. La multiplicité des modèles existants permet dans chaque cas de résoudre le problème avec avantage. Au cours de cette année, nous avons étudié une vingtaine d'installations de ce genre en faisant chaque fois profiter nos clients de notre expérience, et leur préparant les contrats d'achat qui garantissent leurs intérêts. Dans chaque cas les avantages obtenus ont été au moins dix fois supérieurs aux honoraires qui nous ont été versés.

Moteurs à vent. — Peut-on utiliser pratiquement le vent comme force motrice? Tel est le problème que l'on s'est posé depuis plusieurs années. Il a été résolu par l'affirmative avec avantages dans nombre de cas. Nous avons suivi avec soin tous ces essais, en nous documentant chaque fois sur la disposition adoptée et les résultats obtenus.

Nous croyons en effet le problème digne d'intérêt dans nombre de cas particuliers.

Station centrale. — « Nous avons actuellement trois vieilles machines à vapeur en divers points dans notre usine.

« Cette disposition n'est pas économique. Nous désirons remanier tout cela et avoir un groupement selon les meilleures conditions économiques. Veuillez donc tout d'abord étudier l'installation d'une centrale de 750 chevaux. Si vous choisissez la vapeur, indiquez-nous la forme de chaudière qui donne le meilleur rendement. Y aurait-il moyen aussi de n'être pas l'esclave des chauffeurs par une alimentation mécanique des foyers? Renseignez-nous sur la surchauffe de la vapeur, et les machines à piston valve. Vous étudiez ensuite une distribution électrique. »

Chauffage économique. — Le chauffage des locaux, magasins ou ateliers nécessite toujours une dépense élevée parce qu'elle se reproduit chaque jour; il est donc utile de chercher à avoir une installation aussi économique que possible.

Des progrès récents ont permis de réduire considérablement la dépense d'installation, surtout lorsqu'il s'agit d'ateliers d'une certaine importance.

D'autre part, dans certaines installations spéciales, on a besoin d'obtenir une température régulière nécessitant dans chaque cas une étude spéciale.

Eclairage économique. — Beaucoup d'ateliers sont installés dans des villes où n'existe pas le gaz d'éclairage. Cela les oblige à employer le pétrole qui est malpropre, dangereux et éclaire mal. Depuis quelques années, on peut fabriquer son gaz soi-même presque automatiquement sans avoir recours à l'acétylène qui est très dangereux. Le tout est d'employer un appareil sérieusement étudié et offrant toutes les garanties. On peut utiliser le même gaz pour le chauffage et le brasage. Nous avons étudié cette question avec beaucoup de soin et nous pouvons donner tous renseignements.

Section III. — INDUSTRIES CHIMIQUES

Fabrication des produits chimiques: Ex.: Sulfate de cuivre, acide tartrique, etc. — Modifications d'usines déjà existantes. — Conservation des produits alimentaires. — Bières, cidres, etc. — Extraction et purification des huiles. — Utilisation de tous résidus. — Céramique et verre. — Engrais, leur emploi. — Tannage.

L'industrie chimique plus que toute autre est une industrie de tours de mains et de secrets de fabrication: la pratique y joue un rôle prépondérant; des causes parfois insignifiantes empêchent souvent la réussite d'une fabrication ou son succès auprès de la clientèle; notre rôle y est donc des plus précieux, puisqu'il permet de trouver l'aide et l'appui permettant de résoudre ces problèmes de chaque minute. Notre organisation est à même également de renseigner efficacement sur toute nouvelle industrie que l'on veut entreprendre et pour lesquelles on était obligé jusqu'à ce jour de se mettre entre les mains de constructeurs spéciaux, lesquels en abusaient quelquefois pour placer des appareils imparfaits ou démodés.

Nous avons complété ce service, en entreprenant à forfait la surveillance du montage de toute usine, en préparant les contrats à passer avec les constructeurs, et

Nous tenons à la disposition de nos clients de nombreuses lettres de référence.

en exécutant la **mise en route** du matériel, ce qui supprime tout aléa pour le capitaliste.

Ci-dessous quelques *spécimens* des questions que nous résolvons **régulièrement** et **rapidement**.

Dextrine, Fécules, Amidons, etc. — Ces produits, dont la consommation augmente journellement, peuvent donner lieu à une fabrication avantageuse lorsqu'on dispose de pommes de terre, céréales ou autres féculents, dans de bonnes conditions. Nous pouvons fournir tous renseignements sur la fabrication, tours de mains devis et plans d'installations, adresses de constructeur, surveiller le montage de l'usine et faire la mise en route.

Extraits tanniques, tannins, etc. — Malgré l'emploi du chrome, les extraits tanniques ont un usage très important. L'étude économique d'une future usine permet de se rendre compte de l'intérêt qu'il y a à l'établir dans les conditions particulières où l'on se trouve (déchets de bois de chêne, de châtaignier, etc.) Nous pouvons fournir tous renseignements pour le montage d'une usine par les procédés modernes et perfectionnés. Devis et plans d'installation. Surveillance du montage de l'usine. Mise en route.

Briques de liège. — L'emploi de ces briques se répand chaque jour davantage pour la construction des glaciers, des entrepôts frigorifiques, des habitations exposées au soleil, des cloisons aphones, etc. Nous avons étudié tout spécialement la fabrication de ces produits, en utilisant comme matière première les déchets de liège de toutes fabrications. Avec un outillage très réduit et peu coûteux, cette fabrication très avantageuse peut être entreprise. Nous fournissons tous les renseignements pratiques et économiques nécessaires.

Silice pulvérulente, Kieselguhr. — Le nombre des gisements de silice pulvérulente était autrefois très restreint, mais, par suite des recherches faites dans ces temps derniers, le nombre a augmenté considérablement, et l'écoulement de ce produit est devenu plus pénible. Nous avons étudié tout spécialement les emplois industriels dans tous leurs détails, et nous avons déjà installé plusieurs usines qui en tirent profit assez facilement, en particulier pour les calorifuges, les briques aphones, les filtres, etc., etc.

Conservation du lait. — La fabrication du lait conservé est une industrie nouvelle, très florissante, qui peut donner lieu à des bénéfices importants si elle est entreprise sans aléa. Nous avons spécialement étudié cette question soit comme lait frais par l'oxygène, lait cuit, lait concentré, lait en poudre. Les questions de bouchage et d'obturation toujours délicates ont fait de notre part l'objet d'études pratiques suivies, ce qui nous a permis d'étudier plusieurs installations de ce genre.

Conserves alimentaires. — Comme la précédente, cette industrie nécessite beaucoup de tours de mains qu'un praticien seul peut faire connaître. Nous avons en particulier étudié l'installation de fabriques de conserves de sardines, sécheries de poissons fumés, conserves de fruits et légumes; fabrication d'extraits de viandes, etc.

Les Américains ont beaucoup perfectionné ces industries et nous nous tenons au courant très régulièrement de leur matériel nouveau et de leur mode opératoire.

Poterie de fonte inoxydable. — Cette industrie était jusqu'à présent l'apanage de quelques maisons importantes seulement. Nous l'avons étudiée d'une façon complète et pratique; d'autant plus que l'emploi de machines à mouler mécaniquement assurait à cette fabrication un abaissement de prix de revient assez notable. Nous nous chargeons de fournir tous renseignements économiques et pratiques, plans des jours, etc.

Laitonage électrolytique. — Jusqu'à présent on était parvenu à déposer couramment par galvanoplastie, le cuivre, le nickel, l'or et l'argent. Le dépôt du laiton dans les mêmes conditions était une question de la plus haute importance, pouvant rendre de très grands services dans l'industrie. Après des essais répétés nous sommes parvenus à résoudre ce problème d'une façon complète et absolument pratique. Nous pouvons fournir tous renseignements à cet égard, surveiller et mettre en route toutes installations de ce genre.

Teinturerie et Blanchiment. — Les questions de teintures résistant aux acides, sur laine, coton et soie, de teinture de la paille, du chanvre et des plumes, nous sont particulièrement familières. Dans beaucoup de cas, ces procédés peuvent être installés à peu de frais en permettant une réduction des frais de fabrication. De même le blanchiment des tissus, plumes, pailles, chanvre, poils de toute sorte (veau, vache, etc.), par l'eau oxygénée, le chlore, etc. Nous pouvons à cet égard fournir tous renseignements, rapports pratiques, composition de bains nouveaux, surveillance d'installation et mise en route.

Sulfate de cuivre. — Sans parler de tous les autres produits chimiques, dont la fabrication nous est familière, nous attirerons particulièrement l'attention sur ce produit dont la fabrication est assez rémunératrice surtout lorsqu'on peut utiliser soit des déchets de cuivre, soit des déchets d'acide sulfurique. Nous nous chargeons de fournir tous renseignements pratiques et les devis et plans d'installations.

Section IV. — MINES & MÉTALLURGIE

Travaux de mines: épuisement, serrements, etc. — Fabrication de tous agglomérés (charbon, sciure de bois, etc., etc.) — Traitement, enrichissement mécanique et briquetage des minerais. — Fonderie et métallurgie de l'acier. — Alliages spéciaux: Bronze, etc. — Électrometallurgie.

Les difficultés techniques auxquelles se heurte l'exploitant ne sont pas les seules à résoudre; l'art des mines et de la métallurgie est, au point de vue économique, des plus hasardeux; notre organisation, grâce à une *longue expérience* en ces matières, peut fournir

tous les renseignements utiles, tels que **prix de revient**, achat des matières premières, dépenses d'installation, etc., etc.

A titre d'indication, nous indiquerons ci-dessous quelques-unes des questions spéciales que nous résolvons **régulièrement et rapidement**.

Tungstène. — Ce métal acquiert une importance particulière par suite du développement des aciers à grande vitesse de coupe; sa recherche s'impose et sa découverte sera des plus fructueuses. Nous avons donné d'utiles conseils sur la minéralogie du wolfram et de la scheelite; les méthodes chimiques permettant d'en déceler la présence dans un minéral; les débouchés, modes de ventes, statistiques de production et cours dans les dernières années.

Graphite. — Produit appelé à un grand avenir par ses usages multiples, et dont la recherche est avantageuse; nous avons fourni plusieurs études sur la fabrication des creusets de graphite, des peintures au graphite pour constructions métalliques et coques de navire; devis et marche d'une laverie pour le graphite mat amorphe et le graphite cristallin; données pratiques sur l'exploitation et la recherche du graphite; statistiques, débouchés, cours; dessins d'établissement de paliers à graissage par le graphite.

Broyage à sec et humide. — Le succès de la concentration d'un minéral dépend du mode de broyage; nous fournissons toutes données sur le prix de revient du broyage selon la grosseur et le genre de minéral à broyer; nous avons étudié l'usure des broyeurs suivant la vitesse à laquelle on les fait tourner; devis et dessins d'installation d'un atelier de broyage avec échantillonnage automatique des produits; conseils sur le choix du broyeur le plus économique selon les conditions à satisfaire; poids, prix, rendements à l'heure.

Séparation magnétique des minerais mixtes. — Utilisation des minerais de fer titanés et élimination de l'ilménite; séparation économique du wolfram de la cassitérite: cette opération est avantageuse, étant donné la haute valeur du wolfram. Nous avons étudié spécialement la séparation de la blende et de la baryte, ainsi que de la blende et le pyrite de fer qui sont à peu près intraitables par voie humide. Beaucoup de minerais mixtes, considérés comme invendables par suite des difficultés de traitement mécanique, peuvent être traités avec gain.

Briquetage des fumées de fours métallurgiques. — L'on sait, que les fumées qui s'échappent des fours de réduction à plomb, cuivre, etc., constituent une perte de 8 à 12 0/0 du poids du minéral et sont toujours très riches en métal; leur texture grenue ou en petits champignons ne se prête pas toujours à une fusion réductrice facile, et, dans le four, c'est un phénomène bien connu que ces poussières produisent une obstruction du four; il est préférable, pour utiliser ces fumées présentant une grande valeur, d'avoir recours à l'agglomération, soit en pains cylindriques, soit en briquettes, soit en boulets; nous avons à maintes reprises étudié le briquetage des produits métallurgiques les plus divers, cendres de pyrites, etc.

Choix des briques réfractaires et construction des revêtements. — Le choix d'un bon revêtement réfractaire est chose beaucoup plus délicate qu'on ne pense trop souvent; suivant la nature du produit que l'on aura à fondre, le choix et le mode de construction ne sont nullement indifférents, mais, au contraire, ont une importance économique considérable, étant donné les pertes matérielles de temps pour la mise hors feu, et d'argent pour le rallumage du four; nous avons fourni des études très complètes de revêtements de chromite, magnésie, silice, briques de Dina, etc., pour fours et convertisseurs ainsi que des données économiques sur la forme, le prix, etc., des briques spéciales pour régénérateurs Siemens et appareils à vent chaud.

Appareils économiques à chauffer le vent marchant aux résidus de pétrole. — L'on oublie trop souvent l'économie considérable que procure l'emploi du vent chaud dans les fours soufflés; les plus petits fours: fours de fonderie, cubilots, etc., peuvent permettre de réaliser un gain de combustible très élevé par l'emploi du vent chaud. Nous avons fourni des dessins et plans d'installation de petits appareils à vent chaud marchant aux résidus de pétrole, au goudron ou aux huiles de schiste brutes.

Fabrication et moulage des bronzes à haute résistance (Marine, etc.). — Les bronzes ordinaires n'ont qu'une résistance mécanique faible, et un allongement peu important, enfin l'eau de mer les détériore rapidement; nous avons étudié la fabrication de certains bronzes spéciaux employés à l'étranger pour la fabrication des hélices, etc.

Installations de cubilot. — On sait toute l'importance que présente l'emploi d'un vent convenablement réglé, d'une proportion de coke bien établie pour obtenir de la fonte de bonne qualité.

Traitement des minerais de cuivre. — Nous avons fourni des indications sur les différents modes de traitement utilisant les combustibles les plus divers, notamment le soufre comme combustible (fusion pyritique des minerais de cuivre sulfures), le bois (fours à réverbère), le charbon de bois, le coke (fours water-jacket), les combustibles gazeux (fours à cuivre à régénérateurs), le pétrole (fours à cuivre au naphte), etc.

SERVICE DES LABORATOIRES

Nous nous sommes adjoints comme complément à notre service d'étude plusieurs *laboratoires* outillés spécialement chacun pour pouvoir étudier complètement un genre de questions bien déterminées.

Nous sommes de la sorte en état de poursuivre toute recherche **chimique, métallurgique** (au point de vue mécanique ou chimique), **céramique, biologique, vinicole**, etc...

Nous tenons à la disposition de nos clients de nombreuses lettres de référence.

Les échantillons de produits à analyser doivent être envoyés en double exemplaire, dans des flacons en verre, bouchés soigneusement et ayant un volume de 50 centimètres cubes environ.

A titre d'exemple :

« Lorsqu'un **minerai** nous est soumis, nous recherchons le meilleur parti à en tirer, le meilleur procédé à employer pour l'utiliser, et par une série d'essais méthodiques, nous mettons au point un procédé d'exploitation rationnel, etc., etc... »

« Un fabricant de colle nous signale que lorsqu'il met du sulfate de zinc dans sa colle, il se produit un trouble qui diminue la valeur de son produit. Nous lui indiquons, après divers essais, le procédé à employer pour corriger ce défaut. »

SERVICE DES BREVETS

1° Valeur industrielle d'un Brevet. — Ce service établit des rapports sur la valeur ou le côté pratique de tout brevet qui lui est soumis. Il accompagne son travail, si on le désire, de conseils pratiques sur l'utilisation du brevet. Nos Laboratoires nous permettent en effet de faire tout essai pratique que nécessiterait l'étude d'un brevet.

Antériorité. — Quand on est possesseur d'un brevet ou bien lorsqu'on est sur le point d'en acheter un, il est intéressant de connaître la valeur absolue dudit brevet.

Tous les industriels ont donc tout intérêt à s'adresser à une maison sérieuse, ayant des personnes absolument compétentes à la tête du service dit **Recherches d'antériorités**, se distinguant des agences de brevets proprement dites en ce qu'elle s'occupe surtout d'établir la *valeur réelle* d'un brevet *pris* ou à *prendre*. Les succès remportés jusqu'à ce jour nous permettent d'affirmer que nulle maison ne peut fournir un travail plus sérieux, plus approfondi et exécuté dans de meilleures conditions pécuniaires.

L'étude, telle que nous la comprenons, ne porte pas seulement dans le domaine des brevets d'Inventions; elle s'étend à l'étude des livres et publications traitant la question faisant l'objet du brevet, afin de bien établir que rien n'a été publié qui permette d'entacher le brevet de non-valeur.

Un exemple des plus frappants est le suivant :

Une nouvelle étonnante éclatait comme un coup de foudre il y a quelques mois et mettait en émoi le monde métallurgique et industriel, voire même les savants. Il s'agit de la découverte qu'a cru faire un Américain que le séchage de l'air pour le soufflage des hauts-fourneaux donnait un meilleur rendement au point de vue de la fonte produite et apportait une économie considérable de combustible. Or, une recherche bibliographique a prouvé que déjà en 1849, un volume paru en Allemagne intitulé *Gesthaschte des Eisens* (chap. iv, page 312), traitait la question absolument au même point de vue, et entache par conséquent de nullité un brevet qui, au premier abord, semblait défier toutes recherches tendant à discuter sa valeur.

2° Recherche des Brevets. — Nous nous chargeons également de réunir une liste complète de brevets sur un sujet donné, soit simple en donnant simplement le numéro, la date et le nom, soit détaillé en y joignant quelques lignes indiquant les points principaux pour des honoraires très modérés, et cela dans tous les principaux pays.

3° Vente des Brevets. — Après un examen minutieux des qualités du Brevet, en matière de propriété industrielle, et une recherche faite dans l'intérêt du client, ayant pour but de savoir si son brevet est véritablement nouveau et exempt de toute cause de nullité ou de déchéance; nous nous chargeons de la vente ou de la cession des licences en France et à l'Étranger. En particulier nous avons établi des correspondants, sortes d'Agences, à New-York, à Québec, à Londres, à Bruxelles, à Berlin, à Moscou, à Zurich, à Turin, à Milan, à Barcelone, à Valence, à Lerida, à Buenos-Aires, à Montévidéo, qui sur place et ayant l'habitude du pays, sont à même d'obtenir les meilleures conditions. En outre, ces Agences nous permettent de surveiller par la suite et sans aucun frais pour l'inventeur, la bonne exécution des contrats intervenus.

Tous les jours le nombre de ces correspondants s'accroît, ce qui augmente nos moyens d'action et nos chances de réussite. Enfin, nous nous chargeons de fournir des modèles de Contrats de Cessions de Brevets ou de Licences.

4° Mise en exploitation. — Lorsqu'un Brevet qui nous a été soumis, a été reconnu comme vraiment intéressant et valable, nous acceptons d'organiser sa mise en exploitation par la cession de licences régionales.

Nous nous chargeons d'ailleurs d'examiner tout genre d'affaire dont on a en vue l'exploitation, et après le rapport du service technique compétent, nous la proposons aux groupes financiers qui nous entourent et qui pourraient s'y intéresser.

Pour cette mise en exploitation, notre rémunération s'établit par un tantième dans les redevances payées à l'inventeur.

SERVICE D'EXPERTISE, ARBITRAGES & INVENTAIRES

Dans tout litige entre industriels ou clients et fabricants, le "Bureau Technique" se charge d'envoyer un ingénieur spécialiste qui agit comme expert amiable.

La collaboration juridique qu'il possède, lui permet de conseiller tout client mécontent d'une livraison, ou tout industriel qui se plaint de difficultés apportées dans son industrie, etc.

Exemples de questions résolues :

1° Un fabricant de sucre ayant fait réparer l'induit de sa dynamo, celle-ci se détériore 24 heures après sa mise en marche. Après avoir retourné cet induit chez le constructeur, il nous délègue pour reconnaître si la détérioration provenait d'une mauvaise utilisation, ou d'un défaut de construction. Nous avons pu démontrer au constructeur que c'était un vice de construction et éviter ainsi au fabricant de sucre, les frais de la réparation. Frais qu'il aurait dû sa porter sans le concours de notre spécialiste en matière de dynamo.

2° Un industriel apprend qu'un procédé est contrefait. Il obtient l'autorisation de faire une saisie, et nous lui fournissons un ingénieur spécialiste dans l'objet contrefait, comme expert pour assister lors de la saisie, reconnaître et décrire utilement les pièces intéressantes à signaler dans le procès-verbal.

3° Un amateur fait réparer le moteur à pétrole de son bateau. A trois reprises successives le moteur ne fonctionne pas. Nous lui indiquons la marche à suivre, et lui fournissons notre concours technique pour pouvoir faire faire la réparation par un autre constructeur, sans que le premier puisse réclamer le montant d'une facture qui n'a pas de raison d'être.

SERVICE JURIDIQUE

L'industriel est appelé constamment à prendre des engagements, soit vis-à-vis de ses ouvriers, de ses voisins, de ses clients, de ses fournisseurs, chaque fois c'est une lettre ou un contrat qu'il signe.

Que d'imprudences commises faute d'un conseil judicieux et opportun.

Ce service, organisé depuis le 1^{er} janvier 1905, dirigé par un Avocat qui s'est spécialisé dans ces questions moyennant des honoraires fixés d'avance, examine tout contrat, toute lettre, et donne son avis sur les modifications à apporter soit pour rendre le contrat valable, soit pour dégager les intérêts du demandeur.

Spécimen de questions résolues :

Moyens et contrats à adopter par un patron pour se protéger contre le débauchage des contre-maitres ou des ouvriers.

Conseils pour contestations avec un voisin au sujet de bruits et vibrations provenant d'une usine attenante.

Examen ou rédaction d'un contrat d'achat de machines et chaudières à vapeur.

Concurrence déloyale.

Modèles de contrats d'embauchage d'ouvriers et de contre-maitres.



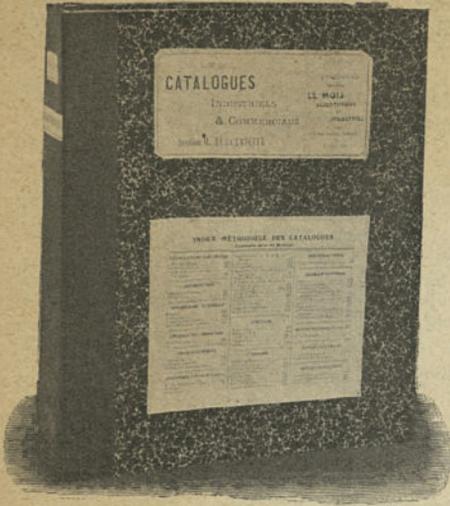
Paris le 21/11
Paris le 20 juillet 1905
Monsieur le Directeur du Journal
Lors
J'ai très reçu le rapport qui vous m'a été envoyé
concernant la machine à gaz...
Croyez-m'en, avec mes très cordiales salutations
L'ingénieur
E. L...

CAFES EN GROS
BUREAU TECHNIQUE
3330
31/7/04
Paris le 20 juillet 1905
Bureau Technique
du Journal "Le Kélin Scientifique et Industriel"
8, rue Nouvelle, Paris, 9.
Messieurs,
Nous venons de recevoir votre rapport sur l'étude d'un "lait conservé" dont nous vous avons confié nos observations.
Nous sommes heureux de constater que les travaux nous assignés
Nous n'avons aucune objection ou réserve à vous adresser, ainsi que vous nous l'avez fait, car le rapport est très complet, bien détaillé, bien limpide. Ainsi qu'il est, il nous suffit, pour donner
cet article, la suite éditoriale indiquée par les lignes ci-dessus.
Veuillez agréer, Messieurs, nos très cordiales salutations.
H. L...

Nous tenons à la disposition de nos clients de nombreuses lettres de référence.

SERVICE DES CATALOGUES

Les Catalogues industriels et commerciaux.



Reliure système F. M. fermée.

A la suite de nombreuses demandes de nos clients, nous avons cette année remanié complètement ce service qui, depuis sa création, avait rencontré un excellent accueil de la part des industriels et des ingénieurs qui l'avaient employé.

Fidèle au programme que nous nous sommes imposé de faire profiter nos clients de l'expérience acquise, nous avons réussi à trouver une combinaison qui permette à l'**ENVOYEUR** d'un catalogue d'avoir le maximum de chance pour que son envoi frappe la **CLIENTELE QU'IL RECHERCHE** et au **DESTINATAIRE** de recevoir **GRATUITEMENT** les **RENSEIGNEMENTS** nécessaires à ses achats actuels ou futurs.

De plus, cette combinaison permet aux industriels de réaliser une importante économie sur l'envoi qu'ils auraient fait eux-mêmes de leur catalogue ou prospectus.

Nous nous chargeons de distribuer les Catalogues qui nous sont confiés au **MÊME TARIF QUE LA POSTE :**

Minimum 5 cent. jusqu'à 50 grammes.

Minimum 5 cent. par fraction de 50 grammes supplémentaire.

Les frais de manutention sont facturés 0 fr. 01 par Catalogue.

Tous les catalogues sont réunis dans une reliure système F. M. élégante et solide dont le dispositif spécial nous permet d'affirmer qu'aucun des documents de la reliure, quel que soit son importance, simple feuille ou album cartonné, ne sera détérioré.

Ils sont disposés dans cette reliure par ordre de grandeur, de façon à ce qu'ils soient autant que possible tous également en vue; chacun d'eux porte d'une manière apparente un numéro d'ordre.

Sur la reliure se trouve un index méthodique des catalogues qui y sont contenus, où les noms de toutes les maisons figurent par ordre alphabétique dans chaque spécialité avec indication du numéro d'ordre dont nous avons parlé plus haut.

Nos envois sont faits d'après les listes d'adresses établies méthodiquement par nous d'une manière tout à fait précise et sur les bases données par sept années d'expérience et de renseignements acquis.

De plus nous faisons **GRATUITEMENT** des envois de catalogue à toute personne qui nous en fait la demande, en nous indiquant parmi les diverses sections de ce service celle qui l'intéresse particulièrement :

- SECTIONS. {
- I. Mécanique.
 - II. Electricité.
 - III. Construction.
 - IV. Mine et Métallurgie.
 - V. Chimie et Electro-Chimie.
 - VI. Commerciale (Divers)

Chacune de ces sections est subdivisée suivant son importance.

En résumé, notre système de distribution présente les avantages suivants :

1° **CONSERVATION CERTAINE DES CATALOGUES** et prospectus par notre reliure spéciale qui réunit tous les documents adressés aux acheteurs ;

2° **ÉCONOMIE SUR L'AFFRANCHISSEMENT** de l'envoi des catalogues ou prospectus isolés ;

3° **ENVOI A DES ADRESSES EXACTES** établies par un système nouveau donnant le maximum de chance pour que le catalogue frappe les intéressés.



Reliure système F. M. ouverte montrant la disposition des catalogues.

Publicité dans le M. S. I.

2027

Les avantages suivants sont offerts :

- 1° A tous moments votre nom et votre adresse sont mis en vedette dans notre chapitre " **Informations Industrielles**", soit au sujet de la création de vos nouveaux modèles, soit à l'occasion de la mise en route d'une nouvelle installation ;
- 2° Le texte de vos annonces est modifié chaque mois par nos soins pour attirer l'attention du lecteur ;
- 3° Le service gratuit de la publication vous est fait.

(Demandez des renseignements détaillés)

Adresse Télégraphique
Générateur Paris

J. O. * & A. NICLAUSSE

(Société des Générateurs Inexplosibles) " **Brevets Niclausse** "
24, rue des Ardennes, PARIS (XIX^e Arr^t)

Téléphone Interurbain
415.01-415.02

HORS CONCOURS, Membres des Jurys internationaux aux Expositions universelles :
PARIS 1900 - SAINT-LOUIS 1904 - MILAN 1906
GRANDS PRIX : Saint-Louis 1904 - Liège 1905.

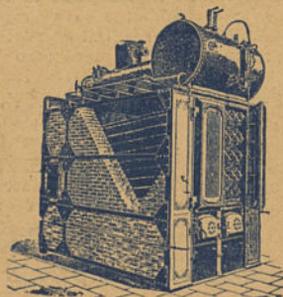
CONSTRUCTION DE GÉNÉRATEURS MULTITUBULAIRES POUR TOUTES APPLICATIONS :

PLUS D'UN MILLION
de chevaux-vapeur
en fonctionnement dans :

**Grandes industries,
Ministères,
Administrations
publiques,
Compagnies
de chemins de fer,
Villes,
Maisons habitées.**

AGENCES RÉGIONALES :

Bordeaux, Lyon, Lille,
Marseille,
Nancy, Rouen, etc.



CONSTRUCTION EN :

**France,
Angleterre, Amérique,
Allemagne, Belgique,
Italie, Russie.**

PLUS D'UN MILLION
de chevaux-vapeur
en service
dans Marines Militaires :

**Française, Anglaise,
Américaine, Allemande,
Japonaise, Russe,
Italienne, Espagnole,
Turque, Chilienne,
Portugaise, Argentine.**

MARINE DE COMMERCE :

100.000 chevaux

MARINE DE PLAISANCE :

5.000 chevaux

Construction de Générateurs pour :

Cuirassés, Croiseurs,
Canonnières, Torpilleurs,
Remorqueurs, Paquebots,
Yachts, etc

Bibliothèque pratique du Mois Scientifique et Industriel

8, Rue Nouvelle, PARIS (9^e), 7, Passage Lemonnier, LIÈGE

MONOGRAPHIES RÉCEMMENT PUBLIÉES

Par le Bureau Technique du M. S. I.

(En dépôt dans les Bibliothèques de Gares et des Grandes Librairies
et qui ont été servies gratuitement aux abonnés du « Mois Scientifique et Industriel ».

Collection honorée d'une subvention de l'Association Française
pour l'Avancement des Sciences.

- N° 1. **L'ÉLECTROSIDÉRURGIE** (épuisé).
- N° 2. **LE FROID INDUSTRIEL ET SES APPLICATIONS** (épuisé).
- N° 3. **L'INCANDESCENCE PAR LE GAZ**, étude économique, pratique et technique montrant les progrès récents de ce mode d'éclairage; son prix de revient exact d'après les essais de longue durée; sa comparaison avec les autres systèmes, pour l'éclairage des ateliers et magasins (Port 0 fr 15). 1 fr.
- N° 4. **PROGRÈS RÉCENTS DE L'INDUSTRIE DU VERRE**, par le professeur *Granger*. Le chauffage des fours de verrerie a fait dans ces dernières années de grands progrès, sans parler de l'application du four électrique à la verrerie qui est exposée tout au long dans cette étude pratique très documentée. En deuxième lieu l'auteur décrit en détail les procédés de soufflage des grandes pièces de verre, qui constituent encore pour les praticiens un sujet d'étonnement. 40 figures et photographies. (Port 0 fr. 15)..... 1 fr.
- N° 5. **LES MÉTHODES MODERNES DE PAIEMENT DES SALAIRES**, par *J. Izart*, ingénieur civil des mines, avec une préface de *M. Yves Guyot*. Etude pratique et écrite dans un langage facile des méthodes employées aux Etats-Unis et en Angleterre pour faire produire à l'ouvrier son effort maximum, tout en augmentant le bénéfice de l'industriel. Cette monographie étudie successivement les divers genres d'industrie et constitue un véritable manuel indispensable à consulter. (Port 0 fr. 25)..... 2 fr.
- N° 6. **LA SURCHAUFFE DE LA VAPEUR**, par *Paul Baudoin*, ingénieur des Arts et Manufactures. Guide pratique faisant ressortir les avantages que peut procurer dans chaque usine l'emploi de la vapeur surchauffée, soit pour la force motrice, soit pour le chauffage. (Port 0 fr. 20) ... 1 fr. 50
- N° 7. **L'ÉLECTRICITÉ DANS L'INDUSTRIE MINIÈRE**, guide pratique permettant de se rendre compte des services que peut rendre l'électricité dans chaque cas particulier. Nombreuses notes pratiques et documentation considérable, 80 pages, 45 figures. (Port 0 fr. 25)..... 3 fr.
- N° 8. **PROGRÈS RÉCENTS DANS LES INDUSTRIES DE FERMENTATION**. Manuel pratique exposant d'une façon claire et concise les progrès accomplis dans ces dernières années dans les industries de fermentation : Distillerie, Rhumerie, Brasserie, Cidrie, Industrie vinicole et du vinaigre, Lait aigri, etc., 80 pages. (Port 0 fr. 25)..... 2 fr. 50
- N° 9. **L'ÉCONOMIE DANS LA CHAUFFERIE**. Cette étude, très documentée, montre les économies considérables que l'on peut faire par l'installation rationnelle d'une chaufferie, d'après les perfectionnements réalisés dans ces dernières années. C'est un guide pratique de l'industriel, indispensable à tous ceux qui possèdent une chaudière. 110 pages, 40 figures. (Port 0 fr. 25)..... 2 fr. 50
- N° 10. **LA FONDERIE MODERNE** (fonte, acier, bronze, laiton, aluminium). On sait tout le parti que les Américains et les Allemands ont su tirer de la fonderie de fonte; les Anglais et les Américains, d'autre part, ont perfectionné la fabrication des bronzes et alliages à grande résistance mécanique, ainsi qu'au feu et à la vibration. Nous signalons aussi le mode opératoire lui-même qui, par les procédés d'organisation parfaite et d'exécution rapide, a permis de réduire dans une large mesure le prix de revient (100 pages, nombreuses illustrations. — Port 0 fr. 25)..... 2 fr. 50
- N° 11. **LE CHAUFFAGE ÉCONOMIQUE DE L'HABITATION**, guide pratique donnant des renseignements précis sur les procédés modernes qu'il est bon d'appliquer pour obtenir un chauffage économique rationnel des locaux d'habitation et d'atelier. (Port 0 fr. 25)..... 2 fr. 50
- N° 12. **LA PRODUCTION ÉCONOMIQUE DE LA FORCE MOTRICE** (1^{re} Partie). — **Les Forces Naturelles**. Conseils pratiques sur l'utilisation des forces naturelles. Utilisation des marées, chutes d'eau, de la chaleur solaire et des moulins à vents. Données économiques.

Ouvrages en préparation et pour paraître incessamment :

- N° 14. **L'ÉCONOMIE DANS LA MANUTENTION**. Transports dans l'usine, camionnage, transports sur route, etc.
- N° 15. **LA TRANSMISSION DE LA FORCE MOTRICE DANS LES ATELIERS**.
- N° 16. **L'AMÉNAGEMENT ÉCONOMIQUE DE L'USINE**. — Détails pratiques de l'installation de tous accessoires utiles, tuyauterie, ateliers de réparation et organisation, etc.
- N° 17. **L'ÉCLAIRAGE ÉCONOMIQUE DE L'HABITATION**.