SOMMAIRE DU BULLETIN N° 185.

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE
du Nord de la France

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

BULLETIN MENSUEL
N° 185

40e ANNÉE. — OCTOBRE 1912.

PREMIÈRE PARTIE

TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ

Assemblée générale du 28 Juin 1912.

Présidence de M. NICOLLE, Président.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

Excusés. MM. Julien THIRIEZ et l'abbé COURQUIN s'excusent de ne pouvoir assister à la séance.

Correspondance La correspondance comprend une lettre de la *Ligue coloniale française* accusant réception de l'adhésion de la Société ; une lettre de M. FEUILLETTE relative à l'emploi du lin dans l'armée.

Tirage au sort d'obligations. Il est procédé au tirage au sort des obligations à amortir en 1912, les numéros sortis sont : 335, 308, 271, 238, 171, 44, 199.

Communications. M. BOULEZ. Le parfum. M. BOULEZ fait remarquer combien peu de personnes se sont demandé ce que c'était que le parfum ou d'une manière plus générale, l'odeur. Les explications qui en ont été données

ne sont pas concluantes et c'est un problème qui se pose. M. Boulez montre qu'il vaut la peine d'être étudié pour une raison qui ne paraît pas discutable : c'est que l'odeur est pour nous le seul moyen de percevoir un état de la matière ou la matière dans un état de division tel qu'il confine aux plus petites particules. Ce serait aussi une propriété générale de la matière. Il fournit les observations et expériences sur lesquelles il appuie cette manière de voir.

M. le Président remercie M. Boulez de ses vues nouvelles sur une question tout à fait inconnue et espère qu'elle ne tardera pas à être étudiée.

M. Smits. Le moteur Diesel.

M. Smits présente une étude comparative sur les moteurs à vapeur, à gaz et à huile lourde ; il établit pour chacun des types le prix de revient du cheval-heure et examine les conditions dans lesquelles ils se prêtent aux divers applications. Il montre sur les diagrammes que le moteur Diesel présente une régularité qui lui donne une grande avance sur les moteurs à gaz, qui donne le cheval-heure à peu près au même prix. Enfin, depuis qu'on a abordé les grandes puissances, le moteur Diesel paraît appelé à un grand avenir.

M. le Président remercie M. Smits de son intéressante communication en le priant de la publier dans le bulletin.

DEUXIÈME PARTIE

TRAVAUX DES COMITÉS

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

Séance du 13 Juin 1912.

Présidence de M. L. DESCAMPS, Vice-Président.

Le procès-verbal de la dernière réunion est adopté.

M. Smits compare les moteurs Diesel aux moteurs à gaz et à vapeur qu'il examine de différents points de vue : il établit le prix de revient du cheval-heure à 0 fr. 013 pour le moteur à vapeur, 0 fr. 013 pour le moteur à gaz et 0 fr. 019 pour le moteur à huile lourde, de sorte qu'en définitive le moteur Diesel semble appelé à un grand avenir, grâce aux nombreux avantages qu'il possède pour beaucoup d'usages.

M. Cormorant estime que le prix du cheval avec moteur à gaz doit être réduit, et en admettant la tonne de charbon à 22 francs il l'évalue à 1 centime Il fait d'ailleurs remarquer que le marché des huiles lourdes est dans la main d'une ou deux firmes, et que le consommateur ne peut avoir aucune garantie contre une hausse possible des prix.

M. l'abbé Courquin rappelle que la situation a été la même au moment de l'apparition du gaz pauvre et qu'on a vu les prix du charbon subir une hausse qui a rendu illusoire son avantage sur la vapeur.

M. le Président remercie M. Smits de son intéressante communication et le prie de la faire en Assemblée générale.

M. l'abbé Courquin trace l'historique de l'évolution des dynamos à courant continu : il la divise en plusieurs grandes périodes qui marquent des échelons dans les progrès de l'électricité. De 1881 à 1891 on n'a fait que de la lumière. La date de 1891 marque l'apparition du courant alternatif. En 1900 commence l'emploi de la turbine et avec elle se développe la construction des centrales *extra-muros*.

M. l'abbé Courquin montre la croissance progressive de la puissance des machines jusqu'aux types les plus récemment installés.

M. le Président remercie M. l'abbé Courquin de son exposé très documenté qui intéressera vivement l'Assemblée générale.

M. Swyngedauw examine le phénomène de l'attraction de l'armature par les pièces polaires dans les dynamos, qui se produit dans le cas où l'armature est excentrée : si c'est une machine multipolaire, l'attraction est dirigée vers l'entrefer le plus petit ; au contraire, dans une machine bipolaire l'attraction a toujours lieu suivant la ligne neutre, mais elle est maximum ou nulle suivant la direction de l'excentricité par rapport à la ligne des pôles.

Il en résulte comme conséquence pratique, qu'il est préférable d'attaquer la poulie d'une dynamo par une courroie parallèle à la ligne des pôles.

M. le Président remercie M. Swyngedauw de cette très intéressante remarque dont l'application sera très utile.

Comité de la Filature et du Tissage.

Séance du 11 Juin 1912.

Présidence de M. Pierre CRÉPY, Président.

Le procès-verbal de la dernière réunion est adopté.

La correspondance comprend une lettre de M. Feuillette qui relate les démarches faites au Ministère de la Guerre au sujet du remplacement du lin par le coton dans l'armée.

M. Neu présente un rapide résumé des diverses communications qu'il a faites sur le chauffage, la ventilation et l'humidification des usines : il formule les desiderata qui doivent être satisfaits dans les installations modernes : ceux-ci sont relatifs au dépoussiérage, à la préparation de l'air humide, aux coût, frais d'exploitation et encombrement des installations. Sur la question du mélange de l'air et de l'humidité dans l'atelier même ou au préalable dans un appareil spécial, divers membres demandent à ajouter des observations, dont il résulte qu'il est bon de tenir compte du textile traité, poua le choix d'un système.

M. le Président remercie M. Neu d'avoir réuni en un exposé substantiel toute cette intéressante question que chacun a pu étudier en détail dans la publication qu'il en a faite au bulletin.

M. le Président distribue aux membres les résultats de l'enquête faite par la Société Industrielle de Mulhouse à la demande du Comité : des remerciements lui sont votés à l'unanimité pour son obligeante collaboration.

Comité des Arts chimiques et agronomiques.

Séance du 12 Juin 1912.

Présidence de M. PASCAL, Vice-Président.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

M. le Président présente les excuses de M. Rolants qu'un

deuil récent tient éloigné et à qui le Comité exprime ses condoléances.

M. Pascal indique comment le spectroscope peut servir à la recherche de traces de benzol et d'acétone : il décrit le dispositif expérimental qui lui permet d'obtenir un spectre très complet et suffisamment étalé, et de le fixer sur une plaque photographique.

Le faisceau lumineux traverse la substance à étudier contenue dans un récipient qui permet de faire varier l'épaisseur absorbante. On constate que la série aromatique produit une absorption beaucoup plus rapide que la série grasse : on peut déduire de la région de l'absorption, des renseignements assez précis sur les corps qui sont contenus dans le liquide observé.

Cette méthode peut servir par exemple, à caractériser la benzine dans les alcools comestibles. Elle a l'inconvénient de coûter cher, mais les essais sont très rapides.

Le Comité remercie M. Pascal de la communication de cette nouvelle méthode de recherches dont il le félicite, en le priant de l'exposer à l'Assemblée générale.

M. Boulez constate combien peu de personnes ont cherché à s'expliquer ce que c'est que l'odeur, et s'étonne qu'on n'ait pas appliqué à cette propriété de la matière les méthodes scientifiques propres à en découvrir les lois.

L'odeur est pourtant une sensation qui nous fait concevoir un état de divisions de la matière beaucoup plus considérable que les moyens chimiques ou physiques : il est probable que son étude ferait avancer nos connaissances sur la constitution intime des corps.

M. Boulez énumère quelques faits déjà acquis relativement à cette question, mais qui la laissent encore très obscure.

M. le Président fait observer que l'idée de grandeur et la possibilité de sa mesure semble un point de départ nécessaire, mais il ne conçoit pas ce qu'elle pourrait être en cette matière.

M. Grandel cite un cas où on utilise un procédé odorimétrique comme moyen d'analyse, et plusieurs membres pensent qu'il y a certaines mesures qui pourraient être faites comme recherches initiales, telles que la vitesse de propagation, par exemple.

M. le Président remercie M. Boulez de cet aperçu intéressant, il souhaite qu'il donne naissance à des travaux sur la question.

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

Séance du 10 Juin 1912.

Présidence de M. GODIN, Vice-Président.

Le procès-verbal de la dernière réunion est adopté.

La correspondance comprend des circulaires relatives à un *bureau de langue internationale* et à une *ligue mutuelle de protection du commerce et de l'industrie :* le Comité pense qu'il n'y a pas lieu pour la Société de s'intéresser à leur création

M. Vanlaer analyse la série de vœux présentés par la Société Industrielle de l'Est, relativement à l'amélioration du logement ouvrier.

Elle préconise des mesures en ce qui concerne l'expropriation, qui semblent très rigoureuses ; elle envisage la création de Sociétés d'habitations dont le revenu serait garanti par les Communes, et aussi l'entreprise de constructions par les Villes elles-mêmes : Paris entre déjà dans cette voie mais il semble qu'il faille être prudent et M. Vanlaer préférerait qu'on laissât l'initiative privée agir seule en cette matière.

Le Comité se rallie à l'opinion de M Vanlaer, qu'il remercie de sa très intéressante communication.

TROISIÈME PARTIE

TRAVAUX DES MEMBRES

LES
MOTEURS DIESEL DE GRANDE PUISSANCE
leur comparaison
AVEC LES MOTEURS A GAZ ET A VAPEUR

Par M. SMITS.

Dès le début de la machine à vapeur il a été reconnu que son rendement thermique était très faible et nous pouvons dire que même maintenant, avec les machines les plus perfectionnées, des pressions de 12 à 15 kilos aux générateurs, avec surchauffe et pour des puissances d'au moins 1.000 chevaux-vapeur, l'on n'arrive guère qu'à un rendement de 12 à 13 pour % au grand maximum, le charbon employé étant de bonne qualité marchande avec une puissance calorifique de 7.500 calories.

Les pertes de rendement proviennent principalement :

1° Des calories évacuées par la cheminée ;

2° Celles perdues par le rayonnement du générateur, des conduites de vapeur et des cylindres à vapeur ;

3° Celles évacuées dans l'eau de condensation ou dans l'air dans les machines à échappement à l'air libre.

Tous les moteurs de grande puissance ne se font du reste qu'à condensation, si on excepte toutefois les locomotives.

C'est à cause de ce faible rendement que Rodolf Diesel a eu l'idée de son moteur à combustion interne et à pétrole, évitant par là la grande déperdition de calories que donnent les générateurs de vapeur.

Le premier moteur d'essai de Diesel date de 1893 en débutant modestement par une puissance de 20 chevaux.

La caractéristique de ce moteur est donnée par le croquis ci-contre fig. 1, dans laquelle la culasse A porte la soupape B d'arrivée d'air, lequel est comprimé de 30 à 35 kilos par $^c/_m{}^2$, C l'ajutage pour l'injection du combustible et D la soupape d'échappement.

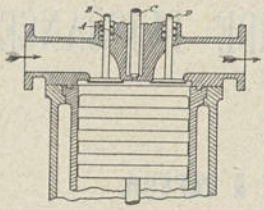

Fig. 1.

Le moteur comporte deux pompes, l'une pour l'injection du combustible, l'autre pour la compression de l'air, laquelle, entre parenthèse, prend environ 1/30e de la puissance du moteur.

C'est cet air fortement comprimé et dont la température s'élève considérablement qui produit l'inflammation directe du combustible, sans aucun raté, comme cela se produit fréquemment avec les autres systèmes d'allumage ; c'est du reste cet allumage qui est la caractéristique du moteur Diesel.

Tous les principaux constructeurs de moteurs à gaz savaient déjà, que plus la compression du mélange air et gaz était élevé, plus la pression initiale et par suite la pression moyenne étaient considérables, mais que pour éviter les inflammations prématurées, il y avait lieu de ne pas dépasser certaine limite.

Dans le moteur Diesel, dont la compression de l'air, dans des essais, a été poussée jusqu'à 40 kilos, cette inflammation n'est pas à craindre, puisque air et liquide sont comprimés séparément.

Actuellement, dans les moteurs Diesel de grandes puissances, le

combustible employé n'est plus le pétrole, mais les huiles lourdes. Je ne puis mieux faire à ce sujet, que de reproduire le tableau synoptique des principaux combustibles liquides, que m'a procuré la Société des moteurs Diesel M.A.N. de Nuremberg, tableau donnant en même temps leur densité et *leur nombre de calories*.

TABLEAU SYNOPTIQUE DES PRINCIPAUX COMBUSTIBLES LIQUIDES

I. — PÉTROLE BRUT	
A. — *Produits distillés*	B. — *Résidus*
1° Benzine. 2° Pétrole lampant. 3° Huile lourde de pétrole. *(Huile motrice)* (Poids spécifique 0,830 à 0,930 Pouvoir calorifique 10.000 calories)	1° Huiles lubrifiantes. 2° Mazout. Paraffine. Asphalte. Poix.

II. — GOUDRON DE LIGNITE	
A. — *Produits distillés*	B. — *Résidus*
1° Huile d'éclairage. 2° Huile de paraffine, *(Huile motrice)* (Poids spécifique 0,880 à 0.900 Pouvoir-calorifique 9.800 calories) 3° Paraffine.	1r Asphalte. Poix.

III. — GOUDRON DE HOUILLE	
A. — *Produits distillés*	B. — *Résidus*
1° Huiles essentielles. 2° Huiles intermédiaires. 3° Huiles lourdes. 4° Huiles d'anthracine. *(Huile motrice)* (Poids spécifique 1,00 à 1.10 Pouvoir calorifique 8.800 calories)	1° Poix.

Ci-joint également la courbe donnant la production des huiles minérales en millions de tonnes de 1857 en 1908.

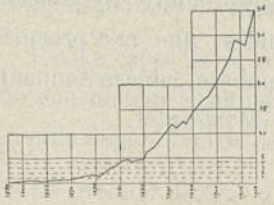

Fig. 2.

Nous pouvons dire incidemment que c'est la région de Bakou, en Russie, et surtout maintenant les Etats-Unis de l'Amérique du Nord qui sont les grands producteurs de pétrole ; toutefois ce combustible se rencontre à peu près dans toutes les régions du monde et se trouve sous les trois états : solide, liquide et gazeux.

Solide, sous le nom de ozokérite se trouvant principalement sur le versant septentrional du Caucase ; liquide, comme nous venons d'en parler ; enfin gazeux, comme cela se rencontre principalement dans les régions pétrolifères de la Pensylvanie et surtout à Pittsburg.

En général le combustible liquide qui nous concerne se rencontre dans tous les terrains sédimentaires, depuis les plus anciens, jusqu'à ceux qui se forment encore de nos jours.

En tous cas, jusqu'ici, c'est dans les formations d'âge tertiaire qu'il est le plus répandu, si toutefois nous exceptons les dépôts siluriens et dévoniens fournissant ce combustible dans l'Amérique du Nord.

L'origine de cette substance provient de la distillation lente des substances organiques animales et végétales ; sachant que la houille est le résultat de la distillation des végétaux, l'on peut présumer que la richesse du sol en combustible liquide, peut être comparée à celle de la houille.

La construction de ces moteurs se fait comme pour les moteurs à gaz, en moteurs simples et à double effet, en deux et à quatre temps, horizontaux ou verticaux ; cette dernière disposition s'employant de préférence dans la marine, et dans ce cas les moteurs sont à deux temps, pour occuper le moins de place, et sont réversibles.

La maison Sulzer Frères de Wintherthur n'a admis, en général, que le moteur pilon, à simple effet pour tous les emplois, alors que

la Société de construction de Nuremberg M.A.N. admet tous les types, sauf toutefois pour le moteur marin.

Ce sont ces deux maisons étrangères qui ont eu l'amabilité de me fournir la grande majorité des renseignements qui figurent ici, et dont je profite pour les en remercier.

Passant maintenant à la comparaison de ce moteur avec ceux à gaz et à vapeur, et divisant cet examen en six parties, nous aurons :

1° comparaison comme conduite des moteurs ;
2° — comme combustibles employés ;
3° — comme espaces occupés ;
4° comparaison comme diagrammes ;
5° — comme dépenses de combustible ;
6° — comme emplois.

Dans ces comparaisons nous laisserons de côté le moteur à gaz de ville, qui ne peut s'employer pour les moteurs de grande puissance en raison du prix élevé du combustible, ni des moteurs à gaz de haut fourneaux, en raison de l'emploi spécial de ces moteurs.

Prenant ces parties séparément, nous avons :

1° Comparaison comme conduite des moteurs

Dans les moteurs à gaz pauvre, comme dans les moteurs à vapeur nous avons besoin d'une part de gazogènes, d'autre part de générateurs de vapeur, produisant les gaz et vapeur nécessaires à l'actionnement de ces moteurs, d'où un personnel spécial pour la conduite de ces appareils.

Dans le moteur Diesel ces producteurs de gaz ou de vapeur n'existent plus, ce moteur étant à combustion interne et produisant lui-même les gaz nécessaires à sa force motrice, d'où simplification dans la conduite.

Nous ferons remarquer que ce moteur étant très facilement réversible, contrairement à la turbine à vapeur, se prête admirablement à son emploi pour les laminoirs et pour les moteurs marins.

2° Comparaison comme combustibles employés.

Dans les moteurs à gaz pauvre et à vapeur, le combustible employé est un corps solide, dans le moteur Diesel c'est un liquide, l'on voit de suite la grande facilité dans la manutention et l'emmagasinement de ces deux combustibles si différents, surtout dans l'emploi des moteurs marins où le logement et l'utilisation se fait avec de simples conduites.

Si nous comparons maintenant le nombre de calories renfermés dans ces deux combustibles, nous trouvons qu'à volume égal le liquide employé dans les moteurs Diesel a un pouvoir calorifique 1/4 plus grand, d'où réduction du volume occupé pour la même puissance. De plus avec ce moteur, il n'y a pas à prévoir l'enlèvement de scories, comme avec les moteurs à gaz et à vapeur.

3° Comparaison comme espaces occupés.

Si nous comparons entre eux et séparément, les moteurs horizontaux ou les moteurs verticaux, sauf pour les turbines à vapeur, l'on peut dire que les divers moteurs envisagés, proprement dits, occupent sensiblement le même emplacement, mais qu'en comptant avec les producteurs de gaz et de vapeur en y comprenant les turbines à vapeur, il y a un gain considérable en moins, comme emplacement occupé par le moteur, lequel peut varier de 1/2 à 2 fois moins.

4° Comparaison comme diagrammes.

Pour le moteur à gaz pauvre le diagramme obtenu est donné par la fig. 3 ci-contre, dans laquelle la hauteur P nous donne la pression obtenue à l'explosion, laquelle pression varie de 30 à 35 kilos ; la hauteur C étant la compression qui varie de 10 à 16 kilos.

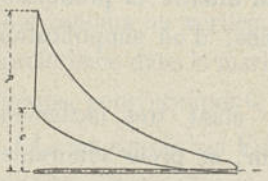

Fig. 3.

Pour le moteur à vapeur, avec détente non étagée et à condensation, et l'admission étant moyenne, nous avons le diagramme de la fig. 4 ci-contre, dans laquelle la pression étant par exemple de 9 kilos et l'admission de 1/10 de la course du piston pour arriver à fin de course à une détente suffisamment employée.

La hauteur C représente la compression, qui est d'autant plus grande que le moteur va plus vite, et ce surtout, pour amortir les pièces en mouvement.

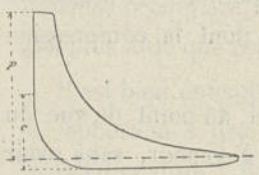

Fig. 4.

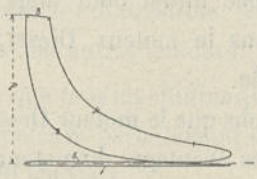

Fig. 5.

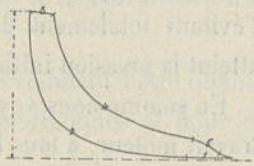

Fig. 6.

Pour le moteur Diesel, la figure 5 ci-contre nous donne le diagramme obtenu avec un moteur à quatre temps et à pleine charge ; alors que la fig. 6 nous donne le diagramme obtenu avec le moteur à deux temps et également à pleine charge.

Dans les deux diagrammes les parties des diagrammes numérotés représentent :

1. l'aspiration ;
2. la compression ;
3. la période d'admission ;
4. la détente ;
5. l'échappement.

La hauteur P ou pression initiale, dans ce moteur, est en général de 32 à 33 kilos par c/m².

Si nous passons à la comparaison de ces diagrammes, nous voyons :

1° que le moteur à gaz nous donne une pression initiale élevée et instantanée, juste au moment de l'explosion, alors que le piston

est au point mort et en profite le moins ; en somme cette pression, en raison de son instantanéité équivaut à un choc, lequel est toujours préjudiciable à la résistance des pièces, produisant des matages, ainsi que la dénaturation des métaux.

2° que les moteurs à vapeur et Diesel ont beaucoup d'analogie, et en raison des admissions prolongées, qui sont variables dans les deux cas, et aussi par la compression qui augmente au fur et à mesure de l'avancement du piston, évitant en grande partie pour le moteur à vapeur le choc initial dont nous parlions ci-dessus et l'évitant totalement dans le moteur Diesel, dont la compression atteint la pression initiale.

En somme nous voyons que le moteur Diesel, au point de vue du travail moteur, a tous les avantages du moteur à vapeur, sans avoir les inconvénients du moteur à gaz.

5° Comparaison comme dépenses de combustible.

Les dépenses moyennes en calories par cheval-heure et en nombre rond, sont les suivantes :

Machines et turbines à vapeur à condensation.	5.000	calories
Moteur à gaz avec gazogène	3.000	»
Moteur Diesel	1.900	»

Nous voyons donc par ce simple tableau que le moteur Diesel est le plus économique comme dépense de calories et qu'elle est plus de deux fois moindre que celle des moteurs à vapeur.

Si nous ramenons ces chiffres en dépense pécuniaire en prenant les cours actuels des combustibles et ce pour notre région ; sachant que la houille de bonne qualité industrielle, rendue à l'usine, revient à 15 fr. la tonne, que la dépense de vapeur par cheval-heure en marche industrielle est de 7 kilos, enfin que la vaporisation par kilo de charbon, tout venant, par conséquent en marche industrielle, est de 8 kilos, nous trouvons, dans ces conditions que le cheval-heure pour les *moteurs à vapeur revient à* 0 *fr.* 013.

Pour les *moteurs à gaz pauvre*, sachant que l'anthracite employé revient à 32 fr. la tonne et que la consommation, par cheval-heure, est de 400 gr., nous voyons que ce travail revient également à 0 fr. 013.

Enfin qu'avec les moteurs Diesel, l'huile lourde revenant à 10 fr. les 100 kilos, et la dépense par cheval-heure étant de 190 gr., nous voyons que ce travail revient à 0 fr. 019.

En somme, nous voyons par là qu'à peu de chose près, la dépense pécuniaire, comme combustible, pour le moteur Diesel, n'est pas plus forte que celle des autres moteurs.

Il est bien entendu que tous les chiffres qui viennent d'être donnés, se rapportent à des moteurs parfaitement conditionnés et pour des forces d'environ 1.000 chevaux.

Les droits élevés que la France supporte sur les huiles motrices, expliquent jusqu'à un certain point le retard considérable qu'elle a, pour la construction de ces moteurs, sur les autres pays, tels que l'Angleterre, la Suisse, la Belgique où les droits sont très faibles, et où ces moteurs ont reçu, depuis un certain nombre d'années, une très grande extension.

L'Allemagne un peu moins favorisée, sous ce rapport, que les pays ci-dessus, mais beaucoup mieux toutefois que la France, est devenu un grand producteur de ces moteurs.

6° Comparaison comme emplois.

Le moteur Diesel a exactement tous les mêmes emplois que les autres moteurs, et il se fait actuellement jusqu'à 12.000 chevaux et à 6 cylindres.

Les vitesses sont également comparables avec les autres moteurs, les turbines à vapeur exceptées.

Ainsi la vitesse lente employée pour un moteur de 1.000 HP

est de	120 à 130 tours
et la vitesse accélérée est de	220 à 230 »

Un moteur Sulzer de 7.500 HP. se fait avec six cylindres et à deux temps, le nombre de tours étant de 107.

L'usine électrique de Saint-Chamond est actuellement actionnée par des moteurs de ce système, savoir 2 moteurs de 1.000 HP. et 1 moteur de 2.000 HP.

Conclusions. — Le moteur Diesel est certainement appelé à un grand avenir, en raison des avantages ci-après résumés :

1° Emplacement plus réduit que les autres moteurs ;

2° Combustible plus facile à emmagasiner et manipuler ;

3° Pouvoir calorifique plus grand ;

4° Environ neuf fois moins d'eau nécessaire qu'avec les moteurs à vapeur ;

5° Dépense pécuniaire, pour le combustible, pas plus importante que celle des autres moteurs ;

6° Pas de choc, au point mort, comme avec les moteurs à gaz ;

7° Admission de combustible, variable suivant la force demandée, avec une consommation encore suffisamment réduite qui n'est par exemple, à 1/2 charge, que de 1/5e plus élevée.

Nous voyons donc par tous ces avantages, que dans bien des cas, ce moteur pourra lutter avec avantage avec les autres moteurs.

DES
AVANTAGES DU CHAUFFAGE AU GAZ
SUR LE
CHAUFFAGE DIRECT EN FOYERS

COMPARAISON DES TEMPÉRATURES DE COMBUSTION
ET DES RENDEMENTS THERMIQUES OBTENUS DANS LES DEUX CAS

Par M. Paul COUSIN,
INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES.

Le but de la présente communication est de montrer quel est l'intérêt du chauffage au gaz et d'établir par des calculs simples la supériorité que présente ce mode de chauffage, au point de vue de la température et du rendement, sur le chauffage direct en foyers.

A priori, il est facile de se rendre compte, par l'observation pure, des défectuosités des foyers. Le grand inconvénient de ceux-ci est que la combustion ne peut s'y effectuer sans un excès d'air variant de 30 à 100 % et même davantage. L'effet de cet excès d'air est de limiter rapidement l'élévation de la température et de provoquer une plus grande perte de chaleur par les fumées, c'est-à-dire de diminuer ainsi le rendement thermique et de nuire à l'économie. Un autre inconvénient réside dans ce fait que l'alimentation d'un foyer ordinaire étant forcément intermittente et se faisant par charges successives, une parfaite régularité de marche est impossible.

Les chargeurs automatiques ont bien apporté à cet état de choses un léger remède, mais ils laissent subsister en presque totalité l'excès d'air froid qui ne descend guère au-dessous de 30 %.

Ces défectuosités de la combustion en foyer disparaissent avec l'emploi des brûleurs à gaz. L'état gazeux du combustible et du comburant permet en effet un réglage facile des débits de ces deux fluides et une allure régulière de combustion que rien ne vient troubler. On arrive en outre bien plus facilement à réaliser une haute température ; l'élévation de la température peut encore être accrue par le réchauffage préalable de l'air destiné à la combustion, réchauffage que l'on peut obtenir sans frais par récupération des chaleurs perdues des produits de la combustion.

Le réglage de l'air et du gaz, la réalisation d'une température élevée permettent en outre de marcher avec un excès d'air très faible, ne dépassant pas 5 %.

De ces divers avantages, il s'ensuit que, toutes choses égales d'ailleurs, la substitution du chauffage au gaz au chauffage direct en foyer, pour une opération quelconque, équivaut à une amélioration du rendement thermique,

Pour montrer d'une façon plus concrète la supériorité incontestable du chauffage par le gaz, nous allons d'ailleurs faire appel aux chiffres et étudier dans les différents cas pratiques la température de combustion et le rendement thermique qu'il est possible d'obtenir, d'une part dans un foyer, d'autre part dans un brûleur à gaz.

Nous aurons recours pour cela aux travaux de MM. Mallard et Le Chatelier sur les chaleurs d'échauffement des gaz (voir *Annales des Mines*, tome IV, 8e série, 1883). Ils ont établi une formule qui donne entre les températures absolues T_0 et T les chaleurs d'échauffement G du volume moléculaire (1) des divers gaz

$$G = 6{,}5\,(T - T_0) + b\,\frac{T^2 - T_0^2}{1000}$$

(1) On sait que le volume moléculaire est le même pour tous les gaz et égal à 22 l. 32.

formule dans laquelle b est un coefficient variable avec la nature du gaz. Nous indiquons ci-dessous la valeur de ce coefficient pour les gaz que l'on rencontre le plus souvent.

gaz parfaits (O, H, CO, Az) $b = 1.2$
vapeur d'eau $= 5.8$
gaz carbonique $= 7.4$

A l'aide de cette formule, MM. Mallard et Le Chatelier ont dressé le tableau suivant qui donne aux différentes températures centigrades le nombre de calories contenues dans le volume moléculaire de divers gaz.

TABLEAU DES CHALEURS D'ÉCHAUFFEMENT EN CALORIES, DE 0° (GLACE FONDANTE) à t = T — 273 DU VOLUME MOLÉCULAIRE DES GAZ (22 l. 32).

DÉSIGNATION	0	200	400	600	800	1000	1200
Gaz parfaits....	0	1.39	2.82	4.31	5.82	7.43	9.05
Vapeur d'eau...	0	1.73	3.69	5.87	8.23	10.98	13.87
Gaz carbonique.	0	1.85	3.99	6.44	9.07	12.42	15.55
Méthane.....	0	2.19	4.85	8.02	11.46	15.77	20.37

DÉSIGNATION	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
Gaz parfaits....	10.73	12.40	14.21	16.05	17.94	19.84	21.81
Vapeur d'eau...	17.00	20.35	23.86	27.76	31.82	36.10	40.62
Gaz carbonique.	19.18	23.10	27.21	31.84	36.65	41.76	47.16
Méthane.....	25.44	30.99	36.86	43.55	50.54	58.62	66.04

On voit immédiatement combien il sera facile avec ce tableau de déterminer les températures de combustion théoriques d'un combustible quelconque. En effet, si l'on suppose nulles les pertes par rayonnement, conductibilité, etc., la chaleur dégagée par la combustion doit se retrouver intégralement dans les produits de la combustion, qui possèdent alors par définition la température de combustion.

Il suffit donc de rechercher à quelle température il y a égalité entre la chaleur de combustion (rapportée à la molécule d'une part, et la somme des chaleurs d'échauffement des produits de la combustion, d'autre part. Cette température est la température de combustion cherchée.

Les tableaux suivants résument, en partant toujours d'une molécule gramme de C, la détermination des températures de combustion dans les différents cas qui nous occupent. ΣQ et ΣP y désignent respectivement dans chaque cas la chaleur de combustion et les chaleurs d'échauffement.

I. *Combustion du C pur.* — *a*) Quantité d'air théoriquement nécessaire.

$C + \underbrace{0^2 + 4 A\zeta^2} = Co^2 + 4 A\zeta^2$ avec $\Sigma Q = 97.6$ calories

à 2.000°, on a : $\Sigma P = 31,84 + 4 \times 16.05 = 96.04$ calories

la température de combustion est donc légèrement supérieure à 2000°; cette température n'est jamais atteinte à cause de l'excès d'air.

b) Quantité d'air double, excès 100 %.

$C + 20^2 8 + A\zeta^2 = CO^2 + 0^2 + 8 A\zeta^2$ avec $\Sigma Q = 97^c.6$

à 1.200° $\Sigma P = 15.55 + 9 \times 9,05 = 97.0$

La température de combustion s'abaisse dans ce cas à environ 1.200°.

c) Excès d'air de 50 %.

$C + \frac{3}{2} 0^2 + 6 A\zeta^2 = CO^2 + \frac{1}{2} 0^2 + 6 A\zeta^2$ avec $\Sigma Q = 97^c.6$

à 1.500° on a $\Sigma P = 21.16 + 11.56 \times 6.5 = 96^c.28$

La température de combustion est d'environ 1.500°.

d) Excès d'air de 30 %.

$C + 1.30^2 + 1.3 \times 4 A\zeta^2 = CO^2 \times 0.30^2 \times 5.2 A\zeta^2$ avec $\Sigma Q = 97^c.6$

à 1.700° on a : $\Sigma P = 25.15 + 13.3 \times 5.5 = 97^c.3$.

La température de combustion est d'environ 1.700°

II. *Combustion du gaz à l'air théorique.* — Ce gaz est obtenu par la réaction

$$\underbrace{C + \frac{1}{2} 0^2 + 2 A z^2 = Co + 2 A z^2}_{} \text{ avec } \Sigma q_1 = 29^c.4$$

a) Volume d'air théorique.

$$Co + 2 A z^2 + \frac{1}{2} 0^2 + 2 A z^2 = Co^2 + 4 A z^2 \text{ avec } \Sigma q_2 = 68^c.2.$$

Il est évident que $\Sigma q_1 + \Sigma q_2 = \Sigma Q = 97^c.6$, c'est-à-dire que la somme des quantités de chaleur dégagées par les deux réactions est égale à la quantité de chaleur dégagée par la combustion directe et totale du C. Les fumées étant les mêmes, comme composition et comme volume, il est évident qu'on doit trouver la même température de combustion qu'en brûlant directement le carbone, soit environ 2.000°. Mais alors que cette température n'est jamais atteinte en foyer à cause de l'excès d'air, qui la réduit à 1.700° et plus souvent à 1.200°, on en approche très près au contraire dans un brûleur à gaz. Le tableau suivant qui résume le cas de la combustion du gaz avec 5 % d'excès d'air le montre suffisamment.

Excès d'air 5 %:

$$Co + 2 A z^2 + \left(\frac{1}{2} 0^2 + 2 A z^2\right) \times 1.05 = Co^2 + 0.0250^2 + 4.10 A z^2$$

$$\text{avec } \Sigma q_2 = 68^c.2.$$

Si le gazogène est voisin du brûleur, on a :

Chaleur totale de combustion :

$$\Sigma Q = \Sigma q_1 + \Sigma q_2 = 97.6.$$

à 1.900° on a : $\Sigma P = 29.57 + 15.15 \times 4.157 = 92^c,46$

à 2.000° on a : $\Sigma P = 31.84 + 16.05 \times 4.125 = 98^c.04$

La température est donc très peu inférieure à 2000°.

Le calcul montrerait que dans le cas où le gazogène est éloigné du brûleur, et où l'on perd de ce fait les 29.4 calories de formation de l'oxyde de Carbone, la température de combustion serait encore de 1.500°. On voit donc que dans le cas le plus défavorable, la température obtenue dans un brûleur à gaz approche encore de celle qu'on obtiendrait dans un foyer où l'excès d'air ne serait que de 30 %, ce qui est chose rare.

Nous pouvons donc dire en résumé que la température obtenue dans un brûleur à gaz est toujours nettement supérieure à celle d'un foyer ordinaire, ce qui a d'ailleurs été constaté surabondamment.

Rendement thermique. — Les chaleurs d'échauffement et le tableau de MM. Mallard et le Chatelier vont encore nous permettre de comparer dans les différents cas déjà examinés les rendements thermiques qu'il est possible d'obtenir. Rappelons d'abord ce qu'il faut entendre par rendement thermique.

Soit ΣQ la somme des quantités de chaleur dégagées dans un appareil de chauffage quelconque. Une partie de cette chaleur ΣU sert à chauffer l'appareil d'utilisation, c'est la chaleur utilisée ; l'autre partie ΣP s'échappe en pure perte avec les fumées. On appelle rendement thermique de l'opération le rapport $R = \frac{\Sigma U}{\Sigma Q}$.

Ce rapport peut s'écrire $R = \frac{\Sigma Q - \Sigma P}{\Sigma Q}$. On voit donc qu'il nous suffit encore, pour l'établir, de déterminer séparément ΣQ et ΣP, comme nous l'avons fait précédemment pour les températures de combustion.

Or ΣQ est la chaleur de combustion. ΣP est la somme des chaleurs d'échauffement des produits de la combustion mesurés à la température où ces produits s'échappent de l'appareil d'utilisation. Il nous suffit donc encore de connaître la composition de ces produits de la combustion et leur température de sortie, pour trouver ΣP et ensuite R. Si l'on ramène ΣP à sa valeur pour $\Sigma Q = 100$, le rendement en % est exprimé pour le même nombre que ΣU.

Pour faire la comparaison des rendements thermiques, nous nous sommes placés dans le cas d'une chaudière à vapeur dont les fumées sortent, en moyenne, à 300° et nous avons étudié ce que devient, dans chacun des cas examinés, une molécule gramme de C prise comme point de départ commun.

1. *Combustion du Carbone en foyer.* — *a*) Quantité d'air théorique.

$$C + 0^2 + 4\,A\mathfrak{z}^2 = CO^2 + 4\,A\mathfrak{z}^2 \qquad \text{avec } \Sigma\,Q = 97^c,6.$$

Température des fumées			300°
$\Sigma\,P$	1 vol. moléculaire de Co^2	$2^c.92$	$11^c.32$
	4 » » $A\mathfrak{z}^2$	$8^c.4$	
$\Sigma\,P$ pour $\Sigma\,Q = 100$			$11^c.5$
R			88.5 %

b) Excès d'air de 100 %. C'est le cas pratique ; nous allons voir l'influence détestable de cet excès d'air sur le rendement.

$$C + 2O^2 + 8\,A z^2 = Co^2 + 0^2 + 8\,A z^2 \qquad \text{avec } \Sigma\,Q = 97^c.6$$

Température des fumées			300°
$\Sigma\,P$	1 vol. moléculaire de Co^2	2.92	$21^c.82$
	$0^2 + 8\,A\mathfrak{z}^2$	18.90	
$\Sigma\,P$ pour $\Sigma\,Q = 100$			$22^c.35$
$\Sigma\,U$ ou R			77.65 %.

c) Excès d'air de 30 %, c'est le cas le plus favorable.

$$C + 1.30^2 + 1.3 \times 4\,A z^2 = Co^2 + 0.30^2 + 5.2\,A\mathfrak{z}^2 \qquad \text{avec } \Sigma\,Q = 97^c.6.$$

Température des fumées			300°
$\Sigma\,P$	Co^2	$2^c.92$	$14^c.47$
	$0,30^2 + 5.2\,A\mathfrak{z}^2$	$11^c.55$	
$\Sigma\,P$ pour $\Sigma\,Q = 100$			$14^c.8$
Rendement			85.2 %

II. *Combustion du gaz à l'air théorique dans un brûleur.* — *a*) Quantité d'air théorique, gazogène éloigné du brûleur.

$$Co + 2Az^2 + \frac{1}{2}0^2 + 2Az^2 = Co^2 + 4Az^2 \text{ avec } \Sigma q_2 = 68^c.2.$$

Nous nous mettons dans le cas défavorable où les calories de formation de l'oxyde de carbone sont perdues ($29^{cal.},4$), le gaz s'étant refroidi avant son arrivée au brûleur. On a alors seulement

$$\Sigma \varphi = \Sigma q^2 = 68^c.2$$

Température des fumées			300°
ΣP	Co^2	2.92	11 32
	$4Ar^2$	8.4	
ΣP pour $\Sigma \varphi = 100$			16.59
R			83.41 %

b) Même cas, avec 5 % d'excès d'air.

$$Co + 2Az^2 + 1.05 \times \frac{1}{2}0^2 + 1.05 \times 2Az^2 =$$
$$Co^2 + 0.025 0^2 + 4.10 Ar^2$$

Température des fumées			300°
φ	Co^2	2.92	11.58
	$0.025\,0^2 + 4Az^2$	8.66	
ΣP ramenés à $\Sigma \varphi + 100$			16.97
R			83.03 %.

Ces rendements, obtenus avec le gaz, sont inférieurs à ceux des deux cas théoriques de la combustion directe du C, mais beaucoup supérieurs à ceux du cas pratique (100 % d'excès d'air.). Mais nous ne tenons pas compte :

1° des calories de formation de l'oxyde de carbone qui échauffent le gaz et qui entrent en jeu dans la combustion, si le gazogène est voisin du brûleur ;

2° de la continuité de la flamme qui permet d'entretenir une température élevée ;

3° de la faculté que l'on a d'élever l'air à une température voisine de celle des produits de la combustion au moyen d'un récupérateur.

Nous allons faire intervenir ces divers éléments dans les calculs qui vont suivre :

1° *Influence de la position du gazogène près du brûleur.* — Dans ce cas, on a $\Sigma Q = 97^{c}.6$ au lieu de $68^{c}.2$.

Dans le tableau précédent, si on ramène ΣP à sa valeur pour $\Sigma Q = 100$ il vient alors

ΣP	11.86 %
R	88.14

Ce rendement est déjà supérieur à celui de la combustion directe dans le cas le plus favorable.

2° *Influence du réchauffage de l'air secondaire.* — Nous pouvons facilement supposer qu'un récupérateur traversé par les fumées d'une chaudière à 300° puisse échauffer de l'air à 200°, la température des fumées tombant à la sortie du récupérateur également à 200°. Cet échange est possible, vu qu'on a cinq volumes de fumées pour 2 1/2 d'air, à l'excès d'air près.

En supposant le gaz chaud au maximum et l'excès d'air de 5 % on a

Température de sortie des fumées avant le récupérateur			300°
ΣP	Co^2	2.92	11.58
	$0.0250^2 + 4.10\ A\ 3^2$	8.66	
Chaleur récupérée par l'air porté à 200°			3.64
Chaleur propre du gaz			29.4
Chaleur totale de combustion $3.64 \times 29.4 + 68.2$			101.24
ΣP pour $\Sigma \varphi = 100$			11.43
R			88.57 %

Ces tableaux se passent de commentaires. Disons seulement qu'il est très rare que le gaz arrivant dans un brûleur soit complètement froid, comme il a été supposé dans l'un de ces tableaux ; la plupart du temps, la chaleur sensible du gaz due au dégagement de chaleur accompagnant la formation du CO dans le gazogène se conserve en majeure partie. La température du gaz dans le cas où le gazogène est immédiatement voisin du brûleur est pratiquement de 900° environ ; il serait facile de déterminer le rendement thermique en partant d'un d'un gaz ayant cette température : nous avons jugé superflu de le faire.

Disons également que le réchauffage de l'air secondaire par récupération est beaucoup plus facile à réaliser avec un combustible gazeux qu'avec un combustible solide, il s'ensuit une amélioration sensible dans la température et le rendement thermique.

Le dernier tableau montre que dans les meilleures conditions le rendement théorique maximum pourra atteindre dans le cas d'une chaudière à vapeur le chiffre de 88,8 % alors que l'on n'obtiendra que des rendements variant de 77 % à 85.83 % dans le chauffage direct en foyers.

Nous pouvons donc dire en résumé que la grande régularité de marche, la haute température réalisée, et l'économie due au rendement thermique élevé que permet d'atteindre une combustion sans excès d'air, garantit au chauffage par le gaz une incontestable supériorité sur le chauffage direct en foyers.

Une prochaine communication indiquera en outre que la conduite d'un gazogène perfectionné est beaucoup plus facile que celle d'un foyer, et demande beaucoup moins d'habileté de la part des ouvriers qui conduisent ces appareils.

QUATRIÈME PARTIE

DOCUMENTS DIVERS

BIBLIOGRAPHIE.

Précis de Législation ouvrière et industrielle, par A. Dupin, Docteur en Droit, et J. Desvaux, Inspecteur du Travail. — In-16 jésus de VIII-280 pages. — H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris, (VIe).

L'ouvrage de MM. Dupin et Desvaux vient à son heure, au moment où de nombreuses lois ouvrières et industrielles ont modifié les conditions sociales de notre époque.

On y trouve, exposés avec clarté, la législation des conventions relatives au travail, la réglementation du travail, la législation des groupements professionnels, des juridictions spéciales aux conflits industriels, des assurances ouvrières et de la prévoyance sociale et de la propriété industrielle.

Le lecteur pourra ainsi se retrouver facilement au milieu de textes parfois difficiles à comprendre et dont cependant la connaissance est aujourd'hui indispensable à tous ceux qui travaillent ou qui font travailler.

La Chaufferie moderne. — *Alimentation des chaudières et tuyauteries de vapeur,* par Jacques Guillaume et André Turin, Ingénieurs des Arts et Manufactures. — In-8° de VIII-270 pages, avec 272 figures. — H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris, (VIe).

Il n'existe guère de traités où les organes de chaufferies soient étudiés dans leur ensemble, ni dans lesquels leur influence mutuelle

soit examinée ou discutée. La chaufferie moderne doit être réalisée d'une manière scientifique. L'ouvrage de MM. Guillaume et Turin est une contribution à l'étude systématique et raisonnée des détails de son exécution.

Ce travail a un but essentiellement pratique. On a voulu, le plus possible, s'abstenir de faire des monographies. Sans doute, les auteurs ont été amenés à décrire certains appareils et quelques montages ; mais, sauf le cas où il s'agit de procédés nouveaux ou peu connus, ce n'est qu'à titre d'exemples ou d'applications.

Le plan de la première partie de l'ouvrage, c'est-à-dire de l'étude de l'alimentation, suit l'ordre réel des opérations de traitement de l'eau : l'épurateur, le réchauffage, puis l'introduction dans les générateurs de vapeur.

On a particulièrement insisté sur certaines questions dont l'importance est la conséquence de l'adoption de pressions de marche de plus en plus élevées et la concentration de la production de vapeur dans les chaufferies importantes. Tels sont le montage des économiseurs en amont des pompes de compression et les dispositifs pour proportionner, d'une manière économique, le travail de ces pompes à la demande de vaporisation. Enfin, on a indiqué quelques exemples des dispositions générales de chaufferies, en ce qui concerne le service de l'alimentation.

La seconde partie traite des tuyauteries de vapeur, et insiste surtout sur les plus importantes : les tuyauteries de vapeur à hautes pressions. Les auteurs rappellent quelques données théoriques sur le calcul des pertes de charges et des pertes de chaleur, en résumant les études faites récemment à l'étranger. Ils ont noté quelques données de résistance des matériaux qui sont d'usage courant pour le calcul de la vérification des dimensions de certaines pièces de tuyauteries.

On passe en revue, ensuite, les éléments de tuyauteries, les raisons qui permettent de choisir entre les multiples produits offerts dans le commerce.

L'étude de la robinetterie contient des indications générales, l'exposé de principes de fonctionnement et des exemples.

Nous espérons que les lecteurs voudront bien apprécier avec bienveillance ce travail, qui fournit à l'industriel, le plus d'éléments possibles pour qu'il puisse réaliser, dans son cas particulier, une chaufferie véritablement industrielle.

Les Acides minéraux de la Grande Industrie chimique. *(Acide sulfurique, acide nitrique, acide chlorhydrique)*, par George-F. Jaubert, Docteur ès-Sciences, Directeur de la *Revue générale de Chimie pure et appliquée.* — In-8° 25-16 de iv-560 pages, avec 181 figures, 1912. — Librairie Gauthier-Villars, quai des Grands-Augustins, 55, à Paris (vi^e^).

La grande industrie chimique est une industrie à évolution particulièrement lente. En effet, malgré les progrès importants réalisés au cours de ces dernières années, on est bien obligé de constater qu'aujourd'hui encore, comme il y a 50 ans, la base de toute cette grande et ancienne industrie repose sur la fabrication de l'acide sulfurique avant tout, puis, à un moindre degré, sur celles des acides nitrique et chlorhydrique.

Il est bien certain que ces fabrications ne sont pas restées stationnaires. C'est ainsi que le vieux procédé de fabrication de l'acide sulfurique par la méthode des chambres de plomb est aujourd'hui à peu près complètement abandonné pour la fabrication des acides concentrés ou fumants. Mais la concurrence créée par les procédés de contact n'a pas tardé à pousser les chercheurs à améliorer le procédé des chambres et c'est ce procédé, aujourd'hui plus que centenaire, qui, perfectionné, subsiste seul et incontesté, lorsqu'il s'agit de faire de l'acide ordinaire tel que l'utilisent par centaines de milliers de tonnes, les industries des superphosphates et du sulfate de soude, pour ne citer que deux des gros consommateurs.

Il en est de même pour l'acide nitrique ; les vieux procédés ont été perfectionnés sans attendre même la menace du nouveau venu, qui se présentait sous la forme du four électrique, et ils ont des chances de subsister longtemps encore, avant que le four de Birkeland et Eyde ou celui de la Badische, certainement intéressants pour la

fabrication du nitrate de chaux, soient à même de livrer à bas prix de l'acide nitrique concentré, seule forme sous laquelle le réclame l'industrie chimique.

Que dire de l'acide chlorhydrique ? L'industrie du sulfate de soude est toujours le seul fournisseur, et les procédés électrolytiques, quoique souvent encombrés de leur chlore, ne sont pas encore à même de lutter avec le vieux procédé de décomposition du sel marin, qui formait la base du fameux cycle imaginé par Leblanc.

C'est dire qu'un livre qui traite de l'industrie des acides minéraux de la grande industrie chimique, vient à son heure, surtout lorsqu'il fait une large place à l'étude des procédés nouveaux, tel que le fait le Volume que nous présentons aujourd'hui à nos lecteurs, M. George-F. Jaubert, s'il décrit, en effet, avec tous les détails qu'elle comporte, la fabrication de l'acide sulfurique par le procédé des chambres, consacre également une très large place au nouveau procédé dit *de contact*. C'est ainsi qu'il donne, pour la première fois, dans un traité écrit en français, l'intégralité des travaux de R. Knietsch sur cette matière nouvelle.

Il fait de même pour le procédé de fabrication électrique de l'acide nitrique, ou, pour mieux dire, des nitrates, qui trouvent aujourd'hui, sous le nom de *Nitrate de Norvège,* un emploi étendu en agriculture. Cette fabrication nouvelle conduit l'auteur à étudier un autre procédé d'utilisation de l'azote de l'air qui consiste à le fixer sur du carbure de calcium sous forme de cyanamide. Cette nouvelle industrie, née en Allemagne, s'est développée surtout en Italie, en Norvège, en France et en Suisse, et semble destinée à un brillant avenir.

Nous ne doutons pas que grâce à cette exposition complète (illustrée de 181 figures et schémas), aussi bien des procédés anciens que ceux faisant l'objet des brevets les plus récents, l'Ouvrage de M. George-F. Jaubert, ne rende de signalés services, tant aux industriels et chefs d'usines, qu'aux élèves de nos grandes écoles ou aux savants de laboratoires désireux de se tenir au courant des progrès de la grande industrie chimique des acides minéraux.

F. Rinne. — **Étude Pratique des Roches.** — Traduit, adapté et considérablement augmenté, par L. Pervinquière, Chargé de conférences à la Sorbonne, Lauréat de l'Institut, avec une préface par M. A. Lacroix, Membre de l'Institut. — Deuxième édition, — Un volume in-16 colombier de xx-96 pages, avec 450 figures dans le texte et hors texte. — Librairie Scientifique et Littéraire, J. Lamarre et Cie, Éditeurs, 4, rue Antoine-Dubois, Paris (VIe).

Le succès remporté par la première édition de l'*Étude pratique des Roches* montre quelle était l'utilité de ce livre qui n'a pas son similaire en français. La raison en est tant dans l'excellence du fond que de la manière dont il a été adapté. Il ne suffisait pas de traduire simplement le texte original, mais, conservant les qualités de celui-ci, il fallait le mettre à la portée du public français par un choix judicieux d'exemples empruntés à notre pays et par l'emploi de la classification qui a cours en France. D'accord avec l'auteur, le traducteur a donc profondément remanié le texte et en a fait un ouvrage nouveau sur bien des points. Ces modifications sont encore plus sensibles dans la deuxième édition que dans la première ; elles portent non seulement sur le texte, mais aussi sur l'illustration qui est encore plus abondante que précédemment. Celle-ci comporte un grand nombre de photographies de roches vues au microscope, à côté de photographies de roches telles qu'elles se présentent dans la nature.

Il va sans dire que la nouvelle édition a été mise au courant des découvertes les plus récentes. D'ailleurs l'ouvrage a été complètement refondu, à tel point qu'il n'y a peut-être pas une seule page entièrement semblable à la page correspondante de la première édition. Indépendamment des additions disséminées dans tout le volume, la nouvelle édition comporte tout un chapitre qui ne figurait pas dans l'édition précédente : il est consacré à l'emploi du *microscope polarisant* et aux délicates méthodes optiques grâce auxquelles l'étude des roches a acquis une si haute précision. Le volume s'est ainsi accru de près de 300 pages, tout en restant très maniable.

Le traducteur a tenu à conserver à l'ouvrage son caractère pratique qui a justement contribué à son succès. Les étudiants ès sciences

naturelles y trouveront tout ce qui peut leur être utile pour leurs examens, mais ce n'est pas à eux seulement que ce livre s'adresse. Il rendra les plus grands services à tous les géologues, aux ingénieurs des mines, aux ingénieurs des Ponts et Chaussées, aux ingénieurs agronomes, auxquels la connaissance des roches est indispensable. Il sera précieux pour les prospecteurs, pour lesquels il constituera un *vade-mecum*. Il ne sera pas moins utile aux architectes, puisqu'il leur fournira des renseignements théoriques et pratiques sur les pierres qu'ils emploient journellement. Aux officiers du génie, surtout aux officiers de l'armée coloniale et aux officiers des affaires indigènes qui ont souvent à jouer le rôle d'ingénieurs, ce livre fournira des indications d'autant plus précieuses qu'elles sont plus difficiles à trouver ailleurs et qu'elles peuvent être pour eux, d'un emploi courant. Enfin, il sera lu avec fruit par tous ceux qui s'intéressent aux choses de la nature ; les chapitres généraux, en particulier, leur donneront l'explication de maint phénomène qu'ils ont eu fréquemment l'occasion de constater, sans avoir eu le loisir de l'approfondir ; ils y verront quelle est l'utilité des roches pour la grande industrie et comment nous empruntons à certaines d'entre elles des matières indispensables à notre existence. Ainsi que le fait remarquer M. Lacroix dans la préface de l'ouvrage, nul ne devrait être dans l'ignorance des principes élémentaires de cette branche des connaissances humaines, relatives aux matériaux dont est construit le globe terrestre.

les plus caractéristiques des roches (caractères des principaux minéraux).— VIII. Propriétés les plus importantes des roches au point de vue technique : 1. Conditions d'exploitation. — 2. Facilité de travail et rapidité d'usure.— 3. Solidité (résistance des roches). — 4. Poids de l'unité de volume et poids spécifique. — 5. Résistance aux agents atmosphériques.— 6. Perméabilité à l'eau. — 7. Perméabilité à l'air. — 8. Conductibilité calorifique, chaleur spécifique et résistance à la chaleur. — 9. Aspect de la cassure, couleur et polissage. — 10. Composition chimique. — Étude Systématique des Roches. — Roches éruptives. — Généralités : I. Constitution chimique des roches éruptives. — II. Considérations générales sur la consolidation des masses fondues. — III. Modes de différenciation des magmas. — IV. Principales théories sur la différenciation des magmas. — V. Reproduction des roches éruptives.— VI. Nature des constituants des roches éruptives.— VII. Structure et texture des roches éruptives. — VIII. Classification des roches éruptives.— Description des principales roches éruptives.— Famille des granites (Granite, microgranite, rhyolite). — Famille des syénites (Syénite, microsyénite, trachyte). — Famille des syénites néphéliniques (Syénite néphélinique, microsyénite néphélinique, phonolite). — Famille des diorites (Diorite, microdiorite, andésite). — Famille des gabbros (Gabbro, microgabbro, labradorite, basalte).— Famille des gabbros néphéliniques (Essexite et théralite, téphrite). — Famille des ijolites (Ijolite, missourite, tawvite, néphélinite, leucitite, mélilitite). — Famille des péridotites (Péridotite, picrite, limburgite, angitite). — Métamorphisme de Contact. — Météorites. — Roches sédimentaires. — Origine des roches sédimentaires. I. Destruction des roches [Lieu et marche de la destruction. Action destructive de l'eau (chimique, mécanique). Action destructive de la glace. Action destructive de l'air. Action destructive du rayonnement solaire. Action destructive des plantes, des animaux et des hommes. Résultat de la destruction des roches]. — II. Ablation et transport des produits de destruction. [La pesanteur et l'eau comme agents de transport. La glace comme agent de transport. Le vent comme agent de transport. Les animaux comme agents de transport]. — III. Dépôt des produits de décomposition. [Dépôts des matériaux transportés par l'eau. Dépôt des matériaux transportés par la glace. Dépôt des matériaux transportés par le vent].— IV. Diagenèse des roches sédimentaires.— Description des principales roches sédimentaires.— Sédiments détritiques ou clastiques. Sédiments clastiques meubles : cailloux roulés, galets, graviers, sables. Argile. Le sol. — Sédiments clastiques consolidés : Brèche, Pondingue, Arkose, Grauwacke, Grès et quartzite. Schiste. — Sédiments de précipitation chimique

ou organique. Sédiments précipités dans l'eau. Mode de formation du gypse, de l'anhydrite, du sel gemme, des sels de magnésium et de potassium (recherches de van t'Hoff). Anhydrite. Gypse. Barytine et célestine. Sel gemme. Fluorures. Calcaire. Dolomie. Giobertite et strontianite. Marne. Phosphate de chaux. Roches siliceuses (silex, etc.). Soufre. Minerais de fer. Minerais de manganèse. Minerais divers. — Sédiments précipités dans l'air. Neige et glace. — Sédiments d'origine organique. Charbons et combustibles minéraux. Asphalte, bitume. Ozocérite. Huile minérale, pétrole, naphte. Ambre. Guano.— Roches cristallophylliennes.— Origine des roches cristallophylliennes. Métamorphisme régional. Composition chimique et minéraux des schistes cristallins. — Description des principales roches cristallophyliennes. — Gneiss. Micaschiste. Leptypite. Chloritoschiste, talcschiste, séricitoschiste. Phyllade. Intercalations au milieu des schistes cristallins : 1. Intercalations de silicates (Roches à amphibole. Roches à pyroxène. Serpentine).— 2. Intercalations de carbonates (cipolin). — 3. Intercalations de sulfures. — 4. Intercalations d'oxydes (Magnétite et oligiste. Corindon. Émeri).

Les canalisations isolées, par G. Grosselin. — In-8 (25-16) de VI-96 pages avec 26 fig. et 2 planches ; 1912. — Librairie Gauthier-Villars, Quai des Grands-Augustins, 55, à Paris (6e).

Ces conférences ont pour but de donner aux élèves de l'Ecole supérieure d'Electricité, un aperçu de ce que sont les canalisations isolées et des conditions techniques qu'il est utile d'imposer pour leur réception.

Un traité complet sur la matière serait fort compact.

Le cadre restreint disponible permettait de ne développer qu'un petit nombre de questions. Mais il a paru qu'il suffisait, pour mettre de futurs ingénieurs en mesure de résoudre tel ou tel problème particulier, de leur exposer le principe de sa solution.

L'auteur a cherché, d'une part, à éviter les considérations purement théoriques qui rentrent dans le domaine du cours d'Électrotechnique et, de l'autre, à préciser, par des chiffres tirés de la pratique, les ordres de grandeur des quantités dont il avait à parler.

Table des matières. — Note. — Plan. — Chap. 1. — Modes d'établissement ou de fabrication. Conducteurs. Choix du métal. Composition des conducteurs. Conducteurs segmentaires, sectoraux. Fabrication des cordes. Tordeuses. Modes divers d'isolation. Conducteurs nus en caniveau. Conducteurs isolés. Etudes des conducteurs isolés par eux-mêmes. Confection de la couche isolante. Propriétés à rechercher dans les isolants. Caoutchouc, propriétés. Fabrication de l'isolant au caoutchouc. Essais des isolants à base de caoutchouc. Cellulose. Matières d'imprégnation. Fabrication des câbles isolés à la cellulose. Dispositifs spéciaux, théorie d'O'Gorman et de Jona. Enveloppe protectrice. Mise en place de l'enveloppe de plomb. Presses. Armure. Passation des marchés. Pose des câbles. Tranchée. Déroulage. Joints. — Chap. II. Phénomènes électriques dans les cables. Propriétés électriques des câbles. Capacité self-induction. Rôles de la capacité. Fixation des potentiels des conducteurs. Détermination du courant des charges. Détermination d'une période propre. Recherche de la période propre d'un réseau. La période propre et les harmoniques. Harmoniques. Surtensions dues aux harmoniques. Calcul du facteur de surtension d'un harmonique. Etude des conditions de résonance. Influence de la répartition de la capacité. Influence de la résistance. Inscription des courbes. Moyens de supprimer les harmoniques. Cas particulier des câbles concentriques. La période propre et les perturbations. Perturbations brusques dans les réseaux. Fermeture d'un interrupteur. Ouverture d'un interrupteur. Extinction brusque d'un court circuit. Précautions à prendre pour l'exploitation. — Chap. III. Garanties, conditions de réception. Durée de la garantie. Conditions de réception. Essais de rigidité. Coefficient de sécurité. Essais de rupture. Dispositifs à prendre pour l'essai de tension. Essai dans l'eau. Essais d'isolement. Essais après pose. Rigidité. Essais après pose. Isolement. Résistivité. Densité de courant maximum. Recherche des défauts. — Planches : I. Tordeuse à détorsion. Fileuse. — II. Enrubanneuse. Transformateur d'essai pour 250.000 volts.

Le gaz pauvre est-il réellement avantageux, par l'Institut Scientifique et Industriel Gd in-8°, 16 × 24. — Librairie du M.S.I., 8, rue Nouvelle, Paris, 9e. — Prix 2.75.

Le gaz pauvre est entré, depuis une vingtaine d'années déjà, dans la pratique industrielle, mais on est quelquefois amené à se

demander s'il est plus avantageux, pour la production de la force motrice, que la vapeur, en entendant parler de certains ennuis auxquels il a donné lieu.

En effet, à cette question on ne peut répondre simplement par oui ou non. *Le gaz pauvre* a des avantages certains sur la vapeur, mais il entraîne quelques sujétions particulières qui n'ont pas toujours été observées, ce qui a été la cause d'appréciations mal fondées. Si le rendement du groupe moteur gazogène est beaucoup plus élevé que celui du groupe chaudière machine à vapeur, pour les faibles et les moyennes puissances, la différence de rendement diminue beaucoup pour les fortes puissances, et l'on ne peut affirmer qu'il y ait toujours avantage certain, pour les grandes centrales électriques par exemple, à employer des moteurs à gaz pauvre.

Il est donc très intéressant, surtout pour les moyennes puissances, de comparer attentivement le moteur à gaz pauvre et la machine à vapeur, et de pousser cette comparaison méthodiquement sur tous les points par lesquels ces deux machine diffèrent. C'est cette comparaison qui fait l'objet principal de la monographie publiée par *l'Institut scientifique et Industriel,* dans la seconde édition, entièrement remaniée et mise à jour, d'un ouvrage dont le tirage avait été rapidement épuisé.

Cet ouvrage compare *le gaz pauvre* et la vapeur aux points de vue suivant :

1° Différence dans les phénomènes de la combustion.

2° Rendements thermiques comparés.

3° Puissance et régularité de fonctionnement du moteur à gaz pauvre.

4° Economie de combustible.

5° Main-d'œuvre.

6° Encombrement.

7° Graissage.

8° Consommation d'eau.

9° Souplesse.

10° Dépense d'installation.

Il étudie ensuite les sujétions propres au *gaz pauvre*.

1° Nécessité d'un combustible de choix.

2° Epuration des gaz.

3° Nécessité d'un gazomètre dans les installations importantes.

4° Empoisonnement par le gaz pauvre.

Après quelques indications sur les applications du gaz pauvre au chauffage, l'ouvrage décrit enfin en détail une installation modèle au gaz pauvre, en insistant sur le rôle de certains organes, les vaporisateurs et les appareils d'épuration notamment.

Ayant un but exclusivement pratique, comme toutes celles de la Bibliothèque du M. S. I., cette monographie ne contient qu'une partie théorique extrêmement limitée, mais elle donne des éléments de comparaison nombreux et précis, qui sont de nature à guider utilement l'industriel et l'ingénieur.

Les cahiers de l'apprenti. — L. Geisler, 1, rue de Médicis, Paris, Editeur.

Les cahiers de l'apprenti ont pour but de concourir à l'enseignement professionnel que sont appelés à recevoir les adolescents à leur sortie de l'École primaire, et à les aider dans leurs débuts à l'atelier.

Les cahiers de l'apprenti sont consacrés chacun à un métier différent. Les apprentis y trouveront les notions scientifiques indispensables à la compréhension des tracés, dessins ou épures de métier ; des renseignements sur les procédés d'usinage et de fabrication, etc. Des séries graduées d'exercices d'application et des planches de références aident les professeurs à diriger leur enseignement vers les applications pratiques, et à exercer les apprentis au travail personnel.

Les cahiers de l'apprenti sont publiés sous la direction de M. A. Jully, Inspecteur principal de l'Enseignement professionnel dans les Écoles de la Ville de Paris. M. A. Jully, bien connu pour sa

compétence en cette matière, pour l'impulsion et le développement qu'il a donnés à l'enseignement professionnel, a su s'entourer d'une élite de collaborateurs. Aussi chacun des *cahiers de l'apprenti* réalise-t-il les vœux formulés depuis que l'on se préoccupe sérieusement en France d'organiser l'apprentissage.

Les cahiers de l'apprenti, édités avec soin, comprennent chacun environ 88 pages avec de nombreuses figures dans le texte et planches hors texte (format 17 1/2 × 28 1/2 à l'italienne). Le prix de chaque cahier est de 1 fr. 25.

On vient de mettre en vente :

Mécanicien constructeur : 1er cahier de dessin technique (Calibres. — Petit outillage. — Organes de Machines), par MM. A. Jully, inspecteur principal et J.-B. Duperrier, sous-inspecteur, de l'Enseignement professionnel dans les Écoles de la ville de Paris.

Les séries qui suivent sont : *Menuisier en bâtiment.* — Modeleur-mécanicien. — Tôlier-ferblantier-zingueur, etc., etc.

BIBLIOTHÈQUE.

La Chaufferie Moderne. — Alimentation des chaudières et tuyauteries de vapeur, par Jacques Guillaume, ingénieur des Arts et Manufactures, et André Turin, ingénieur des Arts et Manufactures, répétiteur du cours de physique industrielle à l'École Centrale. — Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1912. — Don des Éditeurs.

Industries de la Construction Mécanique. — Tome III. Fascicule A. Production de force motrice, Transmission du mouvement, Aspiration et refoulement des fluides. — Tome III. Fascicule B. Déplacement des matières pondéreuses, Organes séparés. — Publié par l'Office du Travail et l'Inspection de l'Industrie de Belgique. — Bruxelles, J. Lebègue et Cie et Société Belge de Librairie, 1912. — Don du Ministère de l'Industrie et du Travail de Belgique.

Laboratoire d'Essais Mécaniques, Physiques, Chimiques et de Machines. — Taxe d'esssais des métaux, Matériaux de construction et machines. — 2e édition. — Paris, Librairie Polytechnique Ch. Béranger, éditeur, 1912. — Don du Ministère du Commerce et de l'Industrie

La Dentelle Belge, par Pierre Verhaegen, docteur en sciences politique et sociales, conseiller provincial. — Publié par l'Office du Travail de Belgique. — Bruxelles, Office de publicité J. Lebègue et Cie et Société belge de Librairie, 1912. — Don du Ministère de l'Industrie et du Travail de Belgique.

Les Acides Minéraux de la Grande Industrie Chimique (Acide sulfurique, acide nitrique, acide chlorydrique), par George-F. Jaubert, docteur ès-sciences, directeur de la *Revue générale de Chimie pure et appliquée*. — Paris, Gauthier-Villars, imprimeur-libraire. — Don de l'Éditeur.

La Marine de Guerre Française. — Conférences faites à l'Institut électrotechnique par M. Georges Ferroux, ingénieur, professeur à l'Institut électrotechnique. — Publié par l'Institut électrotechnique de Grenoble, 1912. — Don de l'Institut électrotechnique de Grenoble.

Les Turbines a Vapeur et leur emploi dans l'Industrie, par M. Paul Bergeon, sous-directeur de l'Institut électrotechnique de Grenoble. — Publié par l'Institut électrotechnique de Grenoble, 1911. — Don de l'Institut électrotechnique de Genoble.

L'État actuel et les Tendances de la Traction Électrique, par M. Barbillion, professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble, directeur de l'Institut électrotechnique de Grenoble. — Publié par l'Institut électrotechnique de Grenoble, 1912. — Don de l'Institut électrotechnique de Grenoble.

La Soudure Autogène du Cuivre, des Laitons et des Bronzes par les Chalumeaux Oxy-Acétyléniques, par M. R. Amédée, ingénieur de l'Union de la Soudure autogène. — Union de la Soudure autogène, Paris, 1912. — Don de l'Union de la Soudure autogène.

Congrès National des Sociétés de Géographie. — 30e Session, Roubaix, 1911. — Compte-rendu publié par la Commission d'organisation sous la présidence de M. Charles Droulers. — Lille, Imprimerie L. Danel, 1912.

Législation Ouvrière et Industrielle, par A. Dupin, docteur en droit et J, Desvaux, inspecteur du travail. — Paris, H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, 1912. — Don des Éditeurs.

Étude Pratique des Roches, par F. Rinne, traduit et adapté par Léon Pinvinquière, chargé de conférences à la Sorbonne, lauréat de l'Institut.— Préface par M. A. Lacroix, membre de l'Institut.— 2e édition. — Paris, J. Lamarre et Cie, éditeurs, 1912. — Don des Éditeurs.

Les Canalisations isolées, par J. Grosselin, ingénieur civil des mines, Gauthier-Villars, 1912. — Don de l'Éditeur.

Le Gaz pauvre est-il réellement avantageux. — Mois Scientifique et Industriel. — Don de l'Éditeur.

Les Cahiers de l'apprenti mécanicien-constructeur, par Jully et Duperrier, Geisler, 1912. — Don de l'Éditeur.

La Société n'est pas solidaire des opinions émises par ses membres dans les discussions ni responsable des notes ou mémoires publiés dans les Bulletins.

Le Secrétaire-Gérant,
André WALLON.

Lille Imp. L. Danel.