

Des appareils lui permettent également d'ouvrir des lanternes d'extraction à la toiture au quart, à la moitié ou aux trois quarts.

En résumé, le système de ventilation et de chauffage du théâtre royal de la Monnaie, à Bruxelles, permet :

- 1° D'obtenir la température à tel degré de froid ou de chaud que l'on désire, et de la modifier à volonté et à de très courts intervalles pendant le cours de la représentation et sans gêner les spectateurs par des courants d'air;
- 2° D'envoyer séparément et facultativement de l'air frais à un étage et de l'air chaud à un autre étage ou dans n'importe quelle partie du bâtiment;
- 3° D'extraire facultativement :
 - a. L'air vicié plus lourd que l'air nouveau,
 - b. L'air plus léger qui encombre les parties supérieures de la salle;
- 4° De concentrer dans un local spécial, au rez-de-chaussée, la direction complète du chauffage et de la ventilation;
- 5° De supprimer de nombreuses cheminées, quelquefois dangereuses et toujours très coûteuses.

Quoique le système de ventilation et de chauffage établi à l'Opéra de Paris ne nous ait pas semblé aussi efficace que celui du théâtre de la Monnaie de Bruxelles, nous ne croyons toutefois pouvoir nous dispenser d'en dire quelques mots, eu égard surtout à l'importance du travail et à son exécution récente.

Le chauffage de cet édifice peut se diviser en deux parties :

L'une, la partie du théâtre proprement dit, occupée par tout le personnel de l'Opéra et comprenant la scène et ses dépendances, les foyers et loges d'artistes, les pièces habitées, les dégagements, vestibules et corridors; l'autre la partie affectée au public, comprenant la salle et ses abords.

Le chauffage de la première s'effectue au moyen de trois appareils desservis par six foyers dont la puissance représenterait une

Gr. III.

Cl. 27.



Gr. III. machine à vapeur de la force de 60 chevaux. Ces appareils envoient la chaleur dans toutes les parties à chauffer au moyen de tuyaux en fonte présentant un développement de près de 5 kilomètres et donnant par eux-mêmes une surface de chauffe de 2,250 mètres carrés.

Cl. 27.

Autour de ces tuyaux remplis d'eau chaude et renfermés dans des gaines en maçonnerie, circule de l'air pris à l'extérieur, qui se chauffe et se distribue dans toutes les pièces à chauffer, au moyen de 650 bouches de chaleur dont le jeu permet de régler la température et de l'obtenir uniforme dans toutes les parties occupées par les artistes.

Les gaines renfermant les tuyaux, et formant par ce fait conduits de chaleur, présentent réunies un développement de 1,500 mètres.

Ces tuyaux alimentent en même temps les surfaces de chauffe destinées à la scène, lesquelles se composent de récipients remplis d'eau chaude, placés immédiatement sous les planches de la scène qu'ils échauffent par rayonnement. Ces surfaces présentent un développement de 600 mètres carrés.

Dans toute cette partie de l'édifice, l'eau chaude est seule employée; son emploi assure une régularité et une douceur de température précieuse pour la voix des artistes.

Le chauffage de la seconde partie, comprenant la salle et ses abords, devant répondre à d'autres besoins, a été traité différemment.

On séjourne dans la salle, on ne fait que traverser les abords. Le chauffage de celle-là demande donc plus de soins que le chauffage de ceux-ci. Il doit en outre se prêter à une ventilation puissante. Ces raisons ont fait adopter des hydrocalorifères pour la salle, et des calorifères à air chaud pour les abords.

Il y a dix appareils desservis par douze foyers dont la puissance représenterait une machine à vapeur de la force de 120 chevaux. Ces appareils sont puissants. Ils doivent élever rapidement la température d'espaces dont le volume n'est pas moindre de 90,000 mètres cubes. Ils doivent en outre pourvoir à un renouvellement d'air pour la salle qui peut atteindre 80,000 mètres cubes d'air à l'heure; aussi est-ce par des 600 et 700 mètres



APPAREILS ET PROCÉDÉS DE CHAUFFAGE ET D'ÉCLAIRAGE. 27

carrés qu'il faut compter les surfaces de chauffe des calorifères à air chaud et par des 1,200 et 1,300 mètres carrés celles des hydrocalorifères.

Gr. III.

Cl. 27.

Les prises d'air des calorifères ont des ouvertures de 30 mètres carrés et leurs conduits de chaleur atteignent 20 mètres de section. Les hydrocalorifères destinés au chauffage de la salle ont leur prise d'air au sommet de l'édifice, où elles débouchent par des ouvertures de 24 mètres carrés de section.

L'air chaud se répand dans les couloirs par 36 bouches de chaleur et pénètre dans la salle par d'innombrables ouvertures pratiquées sur le devant des loges et, au besoin, par de larges orifices ménagés dans les cintres.

Ces diverses ouvertures présentent une section libre de 32 mètres carrés. 34 registres placés dans une chambre de mélange sont destinés à régler la température de l'air chaud avant son introduction dans la salle, en y ajoutant une plus ou moins grande quantité d'air froid.

Le chauffage de la salle n'est pas le seul besoin à satisfaire, il faut aussi renouveler l'air. Le chauffage par hydrocalorifères nécessite l'introduction d'un volume d'air considérable; il s'agissait de régler méthodiquement l'évacuation de cet air. On y a pourvu en pratiquant au parterre ainsi que dans le bas et au fond de chaque loge, des ouvertures communiquant avec des conduits dont l'ensemble forme l'enveloppe de la salle. Ces conduits s'élèvent verticalement jusqu'à la partie supérieure, où ils se réunissent en huit collecteurs qui viennent déboucher dans une cheminée en tôle de 8 mètres de diamètre, placée au-dessus du lustre. Cette cheminée s'élève dans toute la hauteur et vient aboutir à la lanterne qui surmonte la coupole.

La chaleur produite par les becs du lustre et celle qui est produite par les becs du pourtour de la salle, recueillie au passage, détermine dans cette cheminée un appel énergique.

Des registres placés dans chacun des conduits servent à régler l'intensité de l'appel produit sur chaque étage.

Ce travail a été exécuté par la maison d'Hamlincourt, et tout en reconnaissant les difficultés que cette maison est parvenue

Gr. III. à surmonter, le Jury regrette néanmoins que le travail n'ait pas
 —
Cl. 27. été complété de façon à concentrer la direction du service dans
 un endroit unique de l'édifice.

Églises. — La ventilation des églises n'est pas très importante; le peu de temps qu'y séjournent les fidèles et la hauteur des nefs mettent à la disposition de chacun des assistants un cube d'air frais suffisant pour qu'ils ne soient pas incommodés par la viciation de l'air pendant leur séjour dans ces édifices.

Écoles. — En ce qui concerne la ventilation des écoles, on n'a guère appliqué que le système par appel provoqué par la combustion de foyers ou becs de gaz, placés au bas des cheminées. Il serait à souhaiter que les administrations se préoccupassent davantage de cette question qui intéresse au plus haut point l'avenir de tous les pays. C'est, en effet, à l'âge tendre et à cause de la délicatesse de l'organisation, que l'on ressent plus vivement les funestes effets d'un air vicié et que l'on contracte ainsi les germes de maladies funestes.

Les sacrifices que les administrations s'imposeraient dans ce but seraient complètement récupérés plus tard par le concours efficace que les enfants devenus hommes valides pourront prêter au développement de la richesse et à la prospérité du pays.

Nous ne pouvons donc engager trop vivement les ingénieurs et les architectes chargés de ces constructions à se préoccuper de cette question de haute importance plus sérieusement qu'ils ne l'ont fait jusqu'à ce jour.

Ce que nous disons pour les écoles s'applique également, et à plus forte raison, aux habitations particulières des grands centres, où, par raison d'économie, on a construit grand nombre d'étages superposés et peu élevés. On y remarque une absence presque complète de ventilation. Les cheminées que l'on trouve et qui sont même quelquefois fermées, pourvoient seules à l'aération des appartements.

Pour obvier à cet inconvénient, nous devons signaler à l'attention des architectes les cheminées exposées au Champ de Mars,



qui déversent par le haut l'air pur pris à l'extérieur du bâtiment et attirent l'air vicié par le bas.

Gr. III.

Cl. 27.

Les administrations publiques semblent peu se préoccuper également de l'assainissement des bureaux où ils entassent les employés au grand préjudice de l'hygiène et, partant, de l'expédition des affaires. Ce n'est pas que les moyens de ventiler ces locaux soient inconnus; mais, pour la plupart des cas, les modifications que l'on devrait introduire dans ce but aux constructions existantes seraient trop coûteuses, et les administrations reculent devant la dépense.

Les fâcheuses conditions dans lesquelles on se trouve auraient pu être évitées sans grands frais, si l'on y avait songé lors de la construction des locaux. Aussi croyons-nous devoir attirer spécialement l'attention des architectes sur la nécessité de prévoir dans leurs projets les moyens de ventiler efficacement tous les locaux de l'espèce.

Nous signalerons ici les nobles efforts faits dans ce but par M. l'architecte Joly, qui a concouru puissamment aux progrès de l'hygiène, en attirant l'attention des constructeurs sur ce point important, par la publication d'un ouvrage spécial au chauffage et à la ventilation.

II. — CHAUFFAGE.

L'Exposition de 1878 ne présente rien de bien nouveau pour le chauffage des grands édifices. Les appareils et procédés qui y sont représentés n'ont pas varié depuis 1867; c'est l'air chaud, la vapeur et l'eau qui sont toujours les véhicules de la chaleur. Les dispositions ont été mieux étudiées et le fonctionnement rendu plus hygiénique. C'est ainsi que l'on cherche actuellement, pour les appareils à l'air chaud, à ne plus surchauffer l'air jusqu'à 70 et 80 degrés, températures des plus défavorables à la santé, et à se maintenir dans les limites de 30 à 40 degrés.

Pour l'eau chaude, on ne dépasse plus guère 50 degrés, et l'emploi de la vapeur se fait à basse pression.

Ici, pas plus que pour la ventilation, il n'y a lieu de poser des

Gr. III. principes absolus, et les conditions locales peuvent seules motiver
l'adoption ou le rejet de l'un ou l'autre de ces systèmes.

Cl. 27.

S'il est vrai de dire que le chauffage par l'air chaud combiné à une bonne ventilation peut être considéré comme le système le plus hygiénique et le mieux en harmonie avec les constructions de luxe, on doit reconnaître d'autre part que l'air chaud est d'un déplacement laborieux et que l'on ne peut guère l'employer dans les locaux situés horizontalement, à plus de 30 mètres des appareils de chauffage.

L'eau chaude et la vapeur peuvent, au contraire, porter la chaleur à de grandes distances, au moyen de conduits beaucoup moins encombrants que ceux du premier système.

La rapidité de chauffe s'obtiendra par la vapeur, et la régularité par l'eau chaude.

Le compartiment français est très riche en modèles de tous genres : les maisons Duvoir-Leblanc, Gaillard et Hailliot, Geneste et Herscher, Gronvelle, d'Hamlincourt, se distinguent surtout par le nombre d'applications importantes effectuées depuis quelques années dans les grands édifices publics, parmi les appareils à air chaud.

Nous voyons les appareils en terre réfractaire faire la concurrence aux appareils en fonte.

Si dans les uns et les autres les dispositions sont convenablement étudiées pour mettre la surface de chauffe en rapport avec la surface de la grille, les sections des conduits et celles des cheminées, nous croyons qu'en thèse générale il faut donner la préférence aux appareils en terre réfractaire, pour autant que les matériaux soient de bonne qualité et n'éclatent pas au feu. L'emploi de matériaux défectueux donnerait lieu en effet à des fissures dans l'appareil et pourrait amener les produits de la combustion dans les conduits d'air chaud.

La dépense d'entretien de ces appareils est très faible; ils sont faciles à conduire et constituent pour ainsi dire un volant de chaleur qui ne met pas le chauffage à la merci de la négligence des ouvriers.

Ce système présente sur les appareils en fonte le désavantage

de la lenteur de la mise en marche; mais, d'autre part, la conduite régulière de ces derniers est beaucoup plus difficile. Il n'est pas commode d'obtenir des ouvriers un entretien régulier des foyers, et l'on arrive à avoir à certains moments des appareils portés au rouge et dégageant un air surchauffé nuisible à la santé.

On a tâché de porter remède à cet inconvénient, et l'on y est arrivé en partie par l'adoption de surfaces ondulées, favorisant la transmission rapide de l'excès de chaleur. Néanmoins les variations brusques de température de ces appareils ne doivent les faire préférer aux premiers que lorsqu'on se trouve dans la nécessité de chauffer les locaux rapidement.

La maison Sulzer, de Genève, expose un calorifère à air chaud essentiellement pratique; le foyer mobile et à roulettes permet une visite minutieuse à l'intérieur de l'appareil.

Un détail qui a son importance, c'est que les parois extérieures des calorifères sont doublées d'une matière isolante qui empêche la déperdition de la chaleur. Cette matière est le coton de verre, qui n'a fait son apparition dans l'industrie que depuis quelques années et qui est destiné à rendre dans l'industrie du chauffage de grands services. Elle s'obtient en lançant un courant d'air vigoureux dans du verre en fusion; elle constitue une matière parfaitement isolante.

Pour les calorifères à circulation d'eau chaude, les tubes de petit diamètre semblent vouloir se substituer à ceux de gros calibre employés jusqu'aujourd'hui. S'ils présentent sur ces derniers l'avantage de multiplier les surfaces de chauffe et de faciliter la construction des joints, ils ont, d'un autre côté, le désavantage de multiplier ceux-ci et d'occuper relativement plus de place.

Quoique ce calorifère, inventé par M. Bacon, ait été installé dans un certain nombre d'édifices importants depuis quelques années, la pratique ne nous a pas encore démontré si l'emploi de faibles diamètres ne provoquerait pas des obstructions rapides et, partant, des dérangements dans le régime de chauffage.

Nous trouvons dans la section belge un calorifère mixte à air chaud et à eau chaude exposé par M. Mouly, et qui peut être uti-



Gr III.

Cl. 27.

Gr. III. lisé avec avantage lorsqu'il s'agit, d'une part, de chauffer des locaux situés près de l'appareil de chauffe, et de porter, d'autre part, la chaleur au loin pour des services secondaires, bains, lavoirs, etc., ou même pour aider à la ventilation.

Cl. 27.

L'auteur utilise à cet effet, pour chauffer l'eau, une partie de la chaleur rayonnante du foyer et des parois qui ne pourrait pas être utilisée directement au chauffage de l'air.

Les appareils de chauffage à vapeur ne présentent rien de particulier.

Pour le chauffage des serres, nous avons remarqué un appareil en terre réfractaire dont le foyer se compose de plusieurs dalles superposées, entre lesquelles on ménage l'arrivée de l'air, et permet l'emploi des escarbilles, de poussières et de déchets de combustibles de tous genres.

Si nous passons maintenant en revue les fourneaux domestiques destinés au chauffage des appartements, des cuisines, etc., nous trouvons une variété énorme d'appareils, notamment dans la section française.

De grands efforts ont été tentés pour amener l'économie dans l'emploi des combustibles de tous genres, et c'est notamment dans l'emploi du gaz, comme chauffage de petits fourneaux, que l'on a réalisé les conditions les plus avantageuses.

Dans les poêles chauffés à la houille crue, à l'antracite ou au coke, la chambre de combustion n'a guère été modifiée; mais les dispositions extérieures et les détails des grilles et des cendriers ont subi des modifications importantes, en ce sens que les enveloppes ont été disposées de façon à amener dans l'appartement de l'air pur et à employer l'air vicié pour alimenter la combustion. Le nettoyage des grilles peut s'opérer par l'extérieur du poêle sans lancer de poussière dans les appartements; enfin les enveloppes elles-mêmes, les unes en tôle, les autres en fonte nue ou émaillée, font de tous ces appareils de véritables meubles de luxe qui peuvent prendre leur place dans les salons les plus élégants.

Dans certains poêles destinés aux appartements de Paris, il y a tendance à vouloir supprimer les conduits de fumée, et quoique certains d'entre eux soient bien combinés pour brûler l'oxyde de

carbone, nous ne pouvons que nous élever vivement contre cette fâcheuse tendance de déverser les produits de la combustion dans les appartements. Quelles que soient les dispositions prises pour tenter d'épurer ces produits en leur faisant traverser une nappe d'eau plus ou moins épaisse, il n'en est pas moins vrai que l'excès d'acide carbonique, quelquefois même d'oxyde de carbone, transforme l'air ambiant en une atmosphère délétère. Tout au plus pourrait-on préconiser des fourneaux de ce genre dans de vastes ateliers qui ont de larges ouvertures béantes favorisant le renouvellement de l'air. Mais nous croyons devoir prémunir le public en général contre l'emploi de tous les appareils de ce genre, quel que soit le combustible que l'on y consomme. Il est à remarquer que tous ces appareils seraient très recommandables s'ils étaient munis d'un tuyau d'échappement.

Gr. III.

Cl. 27.

Nous croyons devoir signaler, au contraire, un poêle exposé dans la section autrichienne, qui, tout en évacuant par les cheminées les produits de la combustion, présente une disposition spéciale pour brûler l'oxyde de carbone aussitôt après sa formation.

Quelques spécimens de grands fourneaux de cuisine sont remarquables au point de vue du fini de la construction et des dispositions : une hélice, placée dans le conduit de fumée et mise en mouvement par la force ascensionnelle des produits de combustion, transmet par des engrenages son mouvement de rotation à des broches placées devant les foyers ou à des plaques tournantes disposées dans les fours. Des réservoirs d'eau utilisent une partie de la chaleur perdue du foyer et aident même au départ des fumées et des vapeurs.

Ces appareils ont déjà pris place dans les grandes maisons, les vastes hôtels que l'on vient de construire dans l'avenue de l'Opéra, à Paris.

Il y en a beaucoup cependant parmi ces fourneaux de cuisine qui exigent encore certains perfectionnements; on n'a pas tenu assez compte de la santé des cuisiniers exposés constamment à une chaleur ardente.

L'emploi du coton de verre dont nous parlions plus haut permettrait d'éviter une trop grande déperdition de la chaleur et résou-

Gr. III. drait une question d'humanité en même temps qu'une question d'économie de combustible.

Cl. 27.

Les fourneaux à gaz, exposés en grand nombre dans l'annexe du chauffage et de la ventilation, présentent une très grande variété et offrent sur leurs devanciers un progrès marqué, en chauffant les aliments par rayonnement direct sans envoyer sur eux les produits de la combustion, ce qui en dénaturait le goût. Quelques fourneaux sont bien imaginés pour utiliser au chauffage de l'eau ou d'un bain-marie la chaleur des produits de la combustion.

Les poêles d'appartement chauffés au gaz présentent quelques dispositions avantageuses de retour de flamme pour augmenter la surface de chauffe et mieux utiliser le combustible.

Ici, autant que dans les fourneaux au coke ou à la houille crue, il y a lieu de rejeter d'une façon absolue tous les poêles et les foyers dont les produits de la combustion se répandent dans les appartements.

On expose aussi quelques fourneaux de cuisine à pétrole.

Les États-Unis brillent surtout par le chiffre d'affaires qu'ils font dans cet article. C'est ainsi qu'une seule maison de ce pays, la maison Abendroth, débite annuellement pour une somme fabuleuse d'un seul type de l'espèce, où l'on peut faire la cuisine pour vingt personnes sur un petit fourneau des dimensions les plus réduites.

La France et la Russie exposent aussi des cuisines à la vapeur, dont les usages sont encore très restreints, quoique ce dernier pays ait beaucoup travaillé pour introduire dans les ménages la cuisson des aliments par de la vapeur à basse pression dans ses samovars.

Tous ces systèmes de cuisine à gaz, à pétrole ou à vapeur, quoique destinés à rendre de grands services dans les ménages, ne sont pas arrivés toutefois à détrôner d'une façon appréciable les fourneaux de cuisine à la houille ou au coke et ne doivent être considérés aujourd'hui que comme des accessoires très utiles, notamment dans les villes où le combustible est très cher, où les appartements sont restreints et où l'on cherche à n'allumer les fourneaux de cuisine qu'au moment même des repas. Nous de-

vons signaler ici la maison Godin-Lemaire comme spécialité dans les articles de ce genre.

Gr. III.

Cl. 27.

Une autre source de chaleur dont on a fait quelques applications ingénieuses mais restreintes, est celle de l'air carburé. Des appareils à l'usage des tailleurs et des repasseuses, des étameurs et ferblantiers, sont alimentés par ce combustible, dont on a même fait l'application en Angleterre à la cuisine ménagère.

L'application la plus heureuse réside dans une invention du docteur Paquelin, qui l'a appliquée à un cautère dont la chaleur est permanente, gouvernable à volonté et à rayonnement très faible. Il traverse sans s'éteindre les liquides et les tissus organiques et peut se prêter à tous les besoins de la chirurgie ignée.

Parmi les accessoires de chauffage, nous trouvons, dans les différents pays exposants, un grand nombre de forges portatives également bien combinées pour faciliter leur emploi dans les travaux usuels.

Le compartiment américain contient des tuyaux coudés, exposés par M. Henis, et composés de plusieurs morceaux de tôle, découpés sans déchet d'une tôle plate, et formant des anneaux à base elliptique, s'enchâssant les uns dans les autres et se fixant au moyen d'une fermeture excentrique permettant de réaliser toutes les formes et directions de conduits au moyen des mêmes pièces.

III. — RÉGÉNÉRATEUR DE CHALEUR ET TRANSFORMATION DE LA FORCE MOTRICE EN CHALEUR.

Nous avons omis à dessein de parler d'une nouvelle source de chaleur dont le compartiment suisse nous offre une application remarquable. L'importance de cette invention mérite à nos yeux une mention spéciale, et c'est pourquoi nous en avons fait l'objet d'un article à part.

Nous voulons parler d'un appareil destiné à évaporer des solutions salines sans secours d'aucun combustible et par la seule action d'une chute d'eau qui permet de récupérer la chaleur qui a servi à l'évaporation et à lui restituer celle qui se perd dans les frottements et dans le rayonnement des parois.

Gr. III. La théorie de l'équivalent mécanique et de la chaleur, sortie des savantes expériences de Joule, a fait depuis l'objet d'études approfondies et d'applications rationnelles. Nous voyons aujourd'hui une nouvelle application de ces principes démontrant la permanence des puissances naturelles.

Cl. 27.

En 1860, M. Pelet, dans son *Traité de la chaleur*, exposait un système d'évaporation des liquides en employant comme un moyen de chauffage la vapeur qui se dégage après avoir été comprimée.

Il en fait remonter la découverte en 1840, à M. Belletan. En 1855, M. Rittinger, ingénieur des mines à Vienne, proposait d'appliquer ce principe à l'évaporation de l'eau salée.

Si l'idée paraît remonter déjà à une trentaine d'années, l'application industrielle n'en est pas moins neuve et a d'autant plus de mérite que sa réalisation était entourée des plus grandes difficultés. C'est cette réalisation en face de laquelle nous nous trouvons en examinant l'appareil exposé par MM. Weibel et Briquet et inventé par M. Picard, de Genève.

Voici en quelques mots en quoi consiste cet appareil et sa manière de fonctionner.

Supposons une chaudière remplie d'une dissolution saline portée une première fois à la température d'ébullition, et la vapeur remplissant l'espace libre entre la surface du niveau du liquide et les parois de la chaudière.

Une pompe aspire ces vapeurs et les comprime jusqu'à deux, trois et quatre atmosphères ou plus, dans un condenseur.

La compression augmentant la chaleur latente de la vapeur portera le degré de celle-ci de 100 degrés (température qui correspond à l'ébullition sous la pression atmosphérique) à 120 degrés ou plus, si l'on passe de une à deux atmosphères ou plus. Cette température est maintenue constante par l'action du compresseur. La vapeur se condense au contact des parois plus froides du condenseur et sa chaleur latente devenue libre est restituée à l'eau salée qui l'a produite.

L'eau de condensation est envoyée dans un autre récipient d'alimentation où elle cède sa chaleur à une nouvelle quantité de



liquide destinée à alimenter la chaudière, et on ne la laisse échapper de l'appareil que lorsqu'elle a restitué toute sa chaleur spécifique.

Gr. III.

Cl. 27.

Toute la chaleur latente est donc restituée dans le condenseur, et la chaleur spécifique dans le vase d'alimentation. L'action de force motrice transformée en chaleur ne sert donc qu'à combler les pertes.

La combinaison des appareils et leur construction spéciale permettront de réduire ces pertes à leur minimum, et, dans la généralité des cas, la chaleur restituée par la force motrice dépassera la quantité de chaleur perdue.

L'appareil devra donc être construit de façon à pouvoir abandonner, à un moment donné, ce surcroît de température; si, au contraire, l'aménagement des appareils laissait perdre une quantité de chaleur plus forte que celle que pourrait produire la force motrice dont on dispose, il y aurait lieu d'y suppléer par un générateur spécial.

Pour produire un travail déterminé avec une force motrice indéterminée, on dispose de deux éléments variables : la surface du condenseur et la force motrice qu'on désire employer.

Plus la force motrice sera considérable, et, par conséquent la pression poussée plus loin, moins la surface du condenseur devra être développée, et réciproquement.

Les chiffres déterminés par la pratique ont prouvé qu'avec une force de 30 chevaux on pourrait produire annuellement 1,000 tonnes de sel, en comprimant les vapeurs à deux atmosphères dans un condenseur dont la surface devrait présenter 40 mètres carrés.

Il y a lieu de remarquer que plus on travaille à basse pression, plus les déperditions de chaleur sont faibles; mais aussi les vapeurs étant moins denses, il faut donner au compresseur de grandes dimensions. On voit donc que l'on peut obtenir des résultats différents d'après la disposition des appareils et la force motrice dont on dispose. La pratique a démontré qu'il valait mieux rester dans les environs de 100 degrés.

Cette invention est appelée à rendre de grands services dans

- Gr. III.** les pays où les combustibles sont rares, et les chutes d'eau abondantes. Son application permettra même d'économiser le bois des forêts environnantes et d'augmenter, par là même, l'importance des chutes d'eau.
- Cl. 27.**

IV. — ÉCLAIRAGE.

Il est peu d'industries qui aient fait, depuis quelques années, des progrès aussi marquants que celle de l'éclairage.

La lumière électrique, qui, pendant longtemps, n'était considérée que comme expérience de laboratoire, a pris corps depuis deux ans, et se répand aujourd'hui dans l'industrie avec une rapidité qu'on était loin de prévoir, et que la délicatesse des organes servant à sa production semblait devoir entraver longtemps encore. Toutefois, si elle a aujourd'hui la prétention de remplacer le gaz d'une façon générale, les progrès réalisés dans cette dernière industrie et dans celle des appareils destinés à brûler les huiles et les essences, prouvent, à l'évidence, que celles-ci ne sont pas près de lui céder la place et veulent soutenir la lutte.

Aussi, voyons-nous dans la classe 27 un grand nombre d'exposants d'appareils d'éclairage, tant aux huiles végétales et minérales qu'à l'essence et au gaz. L'étranger a peu donné; l'Angleterre seulement, l'Amérique, le Danemark et la Belgique ont de rares exposants. La France, au contraire, y est représentée grandement dans toutes les branches de cette industrie.

Les machines électriques et leurs régulateurs, les appareils à gaz de tous genres, les lampes destinées à brûler les huiles végétales et minérales, ainsi que les essences, y sont exposés par toutes les catégories d'industriels, depuis ceux qui s'occupent de la grande industrie des phares de la marine, des chemins de fer, etc., jusqu'au simple fabricant de veilleuses, en passant par tous les degrés de l'échelle des fabricants.

Il est à remarquer encore que ce sont surtout les industriels de la capitale qui ont pris la plus large part à l'Exposition. Ce fait est dû surtout à ce que sur trois cent cinquante fabricants de lampes et de lanternes qui existent en France, on n'en compte

que cinquante de la province; le grand centre de fabrication se trouve à Paris.

Gr. III.

Cl. 27.

Nous passerons successivement en revue :

- 1° Les appareils d'éclairage au colza, aux huiles minérales, aux essences;
- 2° L'éclairage au gaz;
- 3° L'éclairage électrique;
- 4° Les accessoires d'éclairage.

A. — Éclairage aux huiles végétales, minérales, essences, etc.

De toutes les parties de l'éclairage, c'est peut-être celle-ci qui a fait le moins de progrès; il y a près d'un siècle (1783) que le bec Argant fit sa première apparition. Ce fut le point de départ des études sur les appareils d'éclairage. L'attention n'avait pas encore été éveillée sur ce point, et les grands seigneurs, comme les artisans, s'éclairaient encore au moyen du flambeau, de la torche et même de ces appareils où la mèche trempe dans un bain liquide. Vingt-cinq ans après, Carcel imagina un appareil des plus ingénieux, lequel fut immédiatement adopté pour l'éclairage de luxe et est encore aujourd'hui employé comme tel. Si ce n'étaient son prix élevé et les difficultés de fabrication d'un appareil mécanique, qui exige toujours pour ses réparations des ouvriers habiles, il n'aurait probablement pas été détrôné par le modérateur, qui ne doit son succès qu'à la simplicité de son mouvement et non pas à une supériorité comme appareil d'éclairage.

C'est cette partie disons-nous, qui, dans l'industrie de l'éclairage, a fait le moins de progrès et, en effet, depuis l'exposition de 1867, nous n'avons rencontré de perfectionnement dans ces appareils qu'en ce qui touche les détails de construction. Ceux-ci ont, certes, leur importance au point de vue pratique, mais ne peuvent pas être considérés comme ayant marqué un progrès.

Une seule tentative est faite en ce moment pour remplacer le carcel et le modérateur. Elle consiste dans un appareil où l'huile, emprisonnée entre les dents de deux roues d'engrenages et de leur enveloppe métallique, est pompée dans le tube alimentaire de la



Gr. III. mèche par le mouvement de rotation de ces engrenages, à l'instar
 —
Cl. 27. de l'air vicié extrait des mines par les palettes du ventilateur
 Fabry.

Cette disposition est très ingénieuse et évite l'emploi si désastreux des cuirs emboutis ou des baudruches.

Mais la tendance générale aujourd'hui, aussi bien dans la construction de ces appareils que de ceux qui brûlent les huiles minérales, les essences et le gaz, est de s'occuper beaucoup plus de la forme que du fond; et, sous ce rapport, nous devons le reconnaître, on est arrivé à d'heureux résultats.

L'élégance des formes, la richesse et la délicatesse des dessins et des peintures, leur font prendre place dans la décoration des salons les plus riches.

Plus heureux que leurs devanciers, les appareils à brûler le pétrole et les essences ont reçu des perfectionnements très notables, et sont encore actuellement l'objet de savantes recherches. Ce n'est pas dans l'éclairage des villes que nous trouverons une grande amélioration; quelques modifications heureuses qui donnent plus de facilité pour l'allumage et l'extinction, sont les seuls progrès qui y ont été réalisés; mais au point de vue industriel, tous les spécialistes cherchent, avec raison, à développer, dans les meilleures conditions économiques possibles, l'emploi de ce système d'éclairage qui présente sur ses devanciers l'avantage d'une flamme plus brillante et d'une consommation plus restreinte, tout en ne répandant pas d'odeur très sensible et en pouvant brûler avec des mèches de très petites dimensions.

Pendant longtemps, le développement de ce mode d'éclairage fut arrêté par suite de l'inconvénient réel qui provenait de l'inflammabilité des vapeurs émises. Au début, les pétroles venant d'Amérique et même ceux que l'on distillait dans nos divers pays, avaient un degré d'inflammabilité qui tombait quelquefois jusqu'à 20 degrés. Aussi, que d'explosions et d'incendies amena l'usage de cette matière. Ce n'est pas sans raison que le public avait une certaine appréhension de son emploi, malgré tous les avantages qu'il lui présentait. Les producteurs s'émurent eux-mêmes de ces craintes et furent les premiers à chercher les moyens



de les apaiser. Les pétroles qui sont actuellement livrés à la consommation, dans la plupart des pays, ne sont plus guère inflammables que de 27 à 35 degrés. En France, certaines administrations publiques craignant encore le danger que pourraient présenter ces pétroles, les ont, pendant un certain temps, rejetés pour employer un produit analogue connu sous le nom de paraffine d'Écosse et qui n'est inflammable que vers 60 degrés.

Gr. III.
—
Cl. 27.

Aussitôt les distillateurs français modifièrent leur fabrication et parvinrent à livrer des pétroles se rapprochant des paraffines d'Écosse; c'est ainsi que depuis 1875 le pétrole est employé dans les phares de France.

Mais par ce fait même que la distillation des pétroles bruts est poussée plus loin, une plus grande quantité d'essence est lancée dans la consommation et l'usage restreint de cette essence, employée jusque-là en peinture, ne suffit pas à absorber la grande quantité qui devient disponible; de là, diminution immédiate du prix de ce produit secondaire.

De ce double état de choses naît un double courant d'idées dans l'étude des appareils d'éclairage. D'une part, dans certains pays, on cherche à perfectionner le bec à pétrole de façon à brûler, dans toutes les conditions possibles de sécurité, des produits inflammables à basse température; d'autre part, là où l'on ne peut avoir aucune crainte de ce côté, le bec à pétrole reste ce qu'il était, à part quelques modifications de détail, et l'on cherche des brûleurs qui peuvent utiliser ces essences. Le nombre d'exposants qui ont présenté des appareils à essence est très considérable. Peu d'entre eux parviennent à la brûler sans odeur. Néanmoins l'emploi dans les classes populaires s'en répand énormément à cause du prix peu élevé de la matière.

Nous croyons de notre devoir cependant de ne pas encourager l'emploi de produits aussi inflammables, aussi dangereux à manier dans des ménages où généralement l'espace fait défaut pour emmagasiner ce produit. Le pétrole, au contraire, depuis ces dernières années surtout, pour les raisons que nous avons citées plus haut, offre plus de sécurité.

A part les appareils destinés à l'éclairage des phares et dont

Gr. III. nous parlerons plus loin, nous avons remarqué différents becs à double courant présentant plus de sécurité; et notamment l'un
Cl. 27. d'eux dont le porte-mèche, pénétrant dans le liquide, empêche les vapeurs qui se forment à la surface de celui-ci de venir s'enflammer au contact de la flamme, et par conséquent de provoquer des explosions. Ici encore, comme pour les appareils au colza, il y a lieu de signaler la perfection de l'enveloppe et de la forme extérieure. Les conceptions de bon goût leur permettent de rivaliser avec les précédents dans la décoration des appartements.

L'exposition de MM. Bosselut, Cauchy et Schlosmaker était remarquable sous ce rapport.

Nous ne signalerons qu'en passant quelques appareils à brûler les huiles lourdes et les goudrons au moyen d'un courant d'air forcé, leur emploi étant d'une application tout à fait exceptionnelle.

Quant à la manière de brûler les essences légères au moyen d'un courant d'air forcé ou naturel, nous avons vu beaucoup d'efforts tentés dans ce but. Des études très sérieuses furent entreprises pour rendre pratique cette idée qui, depuis 1847, fut émise par le malheureux Mansfield, tué par l'explosion de son appareil.

Malheureusement aucun des appareils exposés ne nous paraît donner plus de sécurité que d'autres existant déjà, et nous dirons même que certains d'entre eux poussent la témérité jusqu'à chauffer soit directement, soit indirectement des appareils contenant des matières aussi inflammables que des essences dont la densité varie de 640 à 700.

Déjà les carburateurs de gaz, où l'on emploie des essences beaucoup plus lourdes, ont été généralement abandonnés malgré cependant l'avantage économique qu'ils présentaient dans certains cas.

Eu égard aux dangers que présente la manipulation de quantités relativement considérables d'une matière aussi inflammable que le carbure, le Jury ne croit pas devoir encourager une industrie qui, dans l'état actuel des choses, ne semble pas offrir suffisamment de sécurité.

A côté des appareils à carburer l'air et dont la plupart des perfectionnements sont basés sur les moyens physiques ou méca-



niques, nous avons remarqué l'invention d'un ingénieur de la marine russe, tendant à carburer l'hydrogène et qui s'est appuyé sur les principes de la chimie pour écarter un des reproches que l'on a constamment faits à ce mode d'éclairage. L'inégalité du pouvoir éclairant de l'air carburé, comme celui de l'hydrogène carburé, abstraction faite de la non-homogénéité des essences employées à sa préparation, tient en grande partie à la décroissance de température du vase carburant provoquée par l'évaporation même du liquide.

Gr. III.

Cl. 27.

En mélangeant dans le même vase l'eau, l'acide sulfurique et le zinc destinés à former l'hydrogène et l'essence destinée à carburer, la combinaison chimique donnant lieu à l'hydrogène dégage une certaine quantité de chaleur qui vient contre-balancer celle qui se perd pendant la carburation, par suite de l'évaporation de l'essence.

Peut-être aussi, comme le prétend l'inventeur, l'hydrogène, au moment de sa formation, est-il plus apte à se charger de vapeurs d'hydrocarbure que lorsqu'il est déjà formé depuis un certain temps.

Des expériences que nous avons faites au laboratoire de la classe 27 nous ont permis de constater le fait d'une évaporation plus régulière, tout en l'attribuant plutôt à la première cause qu'à celle donnée par l'inventeur.

Cet appareil, qui peut rendre des services dans les laboratoires, ne nous semble pas devoir plus que les précédents être conseillé pour l'éclairage privé; outre les inconvénients des premiers, il présente encore le désavantage d'un *prix de revient* très élevé.

B. — Éclairage au gaz.

L'éclairage au gaz ne date guère que d'un demi-siècle; car si, dès 1792, l'Anglais Musdoch parvint à éclairer par ce système et sa propre maison et ses vastes ateliers de construction, ce ne fut que vingt ans plus tard qu'une compagnie se forma pour tenter d'éclairer la ville de Londres. A Paris même, on ne commença les essais qu'en 1817 et l'on peut dire que ce n'est que depuis 1830 que l'emploi du gaz se répandit dans les principales villes.

Gr. III.

Cl. 27.

Aujourd'hui il n'est pas de cité soucieuse des intérêts de ses administrés, qui ne cherche à leur procurer l'éclairage au moyen du gaz. Le grand développement de ce mode d'éclairage a marché de pair avec le perfectionnement introduit dans la fabrication du gaz.

Nous n'avons pas à examiner le matériel des usines, qui rentre dans la classe 53; l'exposition de la classe 27 ne comprend que les brûleurs, les appareils à brûler le gaz et leurs accessoires ainsi que les moyens d'en apprécier le pouvoir éclairant.

Depuis longtemps déjà, une étude approfondie des becs (becs papillons, becs manchester, becs à jets) a déterminé quelles étaient les meilleures conditions de fonctionnement de ces divers genres de brûleurs, et nous ne croyons pas devoir y revenir. L'Exposition ne présentait, sous ce rapport, rien de bien saillant. L'Angleterre seule expose un nouveau bec à triple couronne, destiné à l'éclairage des villes et des phares. Ce bec, inventé par la maison Sugg, est combiné de façon à amener entre chaque couronne la quantité d'air strictement nécessaire à la combustion et donne avec une dépense triple des becs ordinaires, un pouvoir éclairant au moins quatre fois plus fort. Il est, dans une certaine mesure, destiné à faire la concurrence à l'éclairage électrique.

Un grand nombre d'exposants ont envoyé des *modérateurs*, des *régulateurs* et des *rhéomètres* dont le but est, pour les premiers, de brûler toujours le gaz à basse pression, condition la plus avantageuse dans l'emploi de ce combustible, et, pour le dernier, d'assurer un débit toujours égal.

Il y a lieu de distinguer entre eux les effets du *modérateur* et ceux du *régulateur*. Le premier ne donne au brûleur qu'une fonction de la pression existant dans la conduite générale; il s'ensuit que les variations de pression aux becs suivent les variations de pression dans la conduite mère et arrivent donc à certains moments à donner un éclairage insuffisant lorsque la pression initiale est trop faible.

Ces appareils, auxquels les inventeurs se sont ingénies à donner toute espèce de formes, n'ont d'autre résultat que d'étrangler la section ou de tenir lieu d'un deuxième robinet. Ils ne doivent la

faveur dont ils ont joui pendant quelque temps qu'à l'emploi de becs défectueux aux inconvénients desquels il serait facile de remédier.

Gr. III.

Cl. 27.

Les régulateurs, au contraire, donnent toujours la même pression aux becs, quelle que soit la pression dans la conduite mère.

L'Exposition en offre de nombreux types : les régulateurs à membrane, très connus et très répandus, et dont la plupart sont d'ailleurs depuis longtemps dans le domaine public; les régulateurs humides dont l'usage est des plus restreints par suite de l'emploi même du liquide; et enfin des régulateurs secs inventés tout nouvellement, et qui participent en même temps et du régulateur et du rhéomètre, en ce qu'ils donnent une égalité de pression et un écoulement constant par suite du passage du gaz d'une capacité dans une autre, en vertu d'une différence de pression constante, et par un orifice de grandeur invariable dépendant de l'appareil.

Si les régulateurs donnent une pression constante aux becs, quelle que soit la pression dans la conduite mère, on conçoit que le débit variera en même temps que la fente ou l'ouverture du bec.

Le rhéomètre, lui, donne un débit toujours constant, quel que soit l'orifice de sortie. C'est donc un appareil qu'il ne faut pas confondre avec un régulateur de pression.

Tout en rendant des services signalés dans la pratique, cet appareil a servi de base à un vérificateur du pouvoir éclairant des gaz exposé par la maison Giroud, qui se distingue par ses appareils de précision.

Un autre appareil, destiné également à contrôler le pouvoir éclairant des gaz et surnommé le *photophlogomètre*, se trouve exposé dans la même section et est basé sur l'écoulement d'un volume constant du gaz, provoqué par l'entrée dans l'appareil d'un volume égal d'air atmosphérique. Comme les différents états d'hygrométrie, de température et de pression ne modifient pas d'une manière appréciable la densité de l'air, l'appareil donnera un débit constant quelle que soit la densité du gaz soumis à l'essai.

Les exigences toujours plus grandes, et très légitimes d'ailleurs,

Gr. III. des administrations communales envers les usiniers, donnent à ces appareils un caractère d'utilité pratique incontestable.

Cl. 27.

La maison Sugg, dont nous avons déjà parlé, expose des appareils similaires et non moins précis qui sont employés au *Gas-light and Coke Company*, de Londres et de plusieurs autres villes de l'Angleterre.

Tous ces appareils servent à l'usage et au contrôle de l'éclairage public. Un certain nombre d'entre eux, modérateurs, régulateurs et rhéomètres, ont même pénétré assez avant dans l'éclairage particulier.

Plus que jamais le gaz fait aujourd'hui une des nécessités des constructions modernes. Chacun veut avoir le gaz dans ses appartements, dans ses sous-sols et dans ses dépendances. A Paris même où le mode d'habitation par appartement rend l'emploi du gaz difficile par suite de la nécessité d'établir des prises spéciales par ménage dans une même maison, l'emploi du gaz est développé à tel point que sur 125,000 abonnés, la Compagnie parisienne en compte déjà aujourd'hui plus de 30,000 branchés sur les conduits montants.

Il est incontestable que si le prix du gaz venait à diminuer et si l'administration municipale se montrait moins rigoureuse sur les conditions des placements de canalisation dans l'intérieur des maisons, l'éclairage au gaz se généraliserait beaucoup plus rapidement dans les habitations particulières.

L'exposition des appareils destinés à brûler le gaz dans les maisons particulières, était vraiment remarquable au point de vue artistique. Grand nombre d'exposants ont créé des modèles pleins de goût et de délicatesse. Il y a une tendance bien accentuée à transformer entièrement la fabrication et à faire passer ces industriels de la catégorie des gaziers dans celle des fabricants de bronze. Les maisons Chabrié et Lecoq, de Paris, et la maison Wienfield, de Londres, sont généralement dans ce cas.

Nous ne citerons que pour mémoire quelques accessoires de l'éclairage qui ont cependant leur mérite, mais qui ne constituent pas des progrès très saillants, tels que des allumoirs pour l'éclairage



rage des lanternes publiques, des globes et des cheminées à gaz émaillés en partie, de façon à former réflecteur.

Gr. III.

Cl. 27.

La Hongrie exposait un candélabre en fonte, élégant, d'un travail bien fini et d'autant plus remarquable qu'il est le produit d'une industrie toute nouvelle en ce pays.

La Suisse, de son côté, exposait un petit appareil très simple pour la fabrication du gaz riche, et qui peut rendre de grands services pour l'éclairage des châteaux et des villas situés loin des usines à gaz.

C. — Éclairage des phares.

C'est dans l'éclairage des phares que la transformation la plus complète a été introduite depuis quelques années par la substitution des essences minérales à l'huile de colza.

Les appareils que nous trouvons aujourd'hui en usage dans les phares sont :

- 1° Les lampes à niveau constant;
- 2° Les lampes mécaniques à mouvement d'horlogerie ou à échappement à chevilles;
- 3° Les lampes modérateurs à ressort ou à poids;

Ces divers systèmes brûlent l'huile de colza ou des huiles minérales.

4° Enfin sur une échelle moins étendue, on a fait usage des lampes à gaz et des lampes électriques.

Les appareils à niveau constant s'emploient généralement pour les becs de une à deux mèches; les appareils mécaniques ou à modérateur, sont adaptés aux becs de trois à six mèches. Quant aux huiles dont on fait usage pour l'éclairage des phares, on n'utilisait guère, jusque dans ces dernières années, que le colza et quelque peu d'huile de schiste pour les becs de une à deux mèches. Il eût été dangereux en effet d'étendre l'emploi de ce produit à l'éclairage des phares de premier ordre, eu égard à la grande quantité de chaleur développée par la combustion et aux faibles degrés d'inflammabilité des vapeurs émises par ces huiles (25 à 30 degrés).

C'est le citoyen américain Doty qui, dès 1868, propagea l'em-

Gr. III. ploi d'un bec à mèches multiples permettant de brûler l'huile minérale dans les phares. Cette huile, connue sous le nom de *Youngs paraffin light Company and mineral oil*, provenait d'Écosse et n'était inflammable que vers 60 degrés. Les expériences entreprises depuis lors furent couronnées d'un plein succès; aussi le bec et l'huile furent adoptés, d'une manière générale, dans un grand nombre de pays.

Comme nous disions, au commencement de ce chapitre, les distillateurs français parvinrent bientôt à tirer du pétrole brut des produits remplissant les mêmes conditions que la paraffine d'Écosse et qui paraissaient même être préférables à celle-ci à certains égards, tout en étant d'un prix moins élevé.

L'adoption de ce produit ayant amené une économie notable dans la consommation, on fut amené à consacrer une partie de cette économie à améliorer l'éclairage. C'est ainsi que l'on arriva à augmenter le nombre de mèches et à présenter pour les phares de premier ordre des becs à six mèches. Cependant ce type ne fait que de naître et n'est encore employé que dans des cas exceptionnels.

L'exposition américaine nous offre deux types de becs à mèches multiples; l'un, pour phares de deuxième ordre, à quatre mèches pouvant brûler les huiles minérales. La lampe est du système dit *à modérateur et à poids*, offrant cela de particulier que le niveau de l'huile s'établit à la hauteur convenable au moyen d'un flotteur. Ce flotteur, enfermé dans une petite chambre, est muni d'une tige conique disposée de façon à permettre la fermeture hermétique de l'orifice d'arrivée du liquide, lorsque ce dernier est à son niveau normal. Ces lampes à flotteur sont employées presque exclusivement dans les phares des États-Unis.

Le deuxième de ces types offre quelques dispositions nouvelles, notamment le double courant d'air extérieur et l'enveloppe perforée par laquelle s'opère la ventilation. Cette enveloppe qui a déjà été adoptée dans les becs à simple mèche, ne l'est pas encore, que nous sachions, dans les becs à mèches multiples.

Le compartiment français contient toute la série des becs et des lampes employés dans les phares de ce pays. Ces becs sont en



usage sur les anciennes lampes à mouvement d'horlogerie et à poids intérieur. Ils ont reçu des perfectionnements notables, surtout en ce qui concerne l'établissement du niveau à 4 ou 5 centimètres en dessous du bec et l'écoulement de l'huile surabondante. Ce résultat est obtenu au moyen d'une pièce latérale comprenant trois tubes juxtaposés, ouverts par le haut à un niveau déterminé et entourés d'une enveloppe qui s'élève un peu au-dessus. Le tube latéral, qui a son point de départ dans un petit réservoir inférieur, sert à conduire l'huile au sommet, d'où elle se déverse dans le deuxième tube qui la conduit au bec. Elle remplit toute la capacité intérieure de celui-ci jusqu'au niveau qu'elle a dans l'appendice latéral. Le troisième tube sert à reconduire au réservoir l'excédent d'huile fournie à la consommation.

Ces becs sont disposés de façon à pouvoir au besoin brûler l'huile de colza, si une cause quelconque en exigeait momentanément l'emploi. A cet effet, le bouchon recouvert d'une toile métallique qui ferme l'appendice dont nous venons de parler, et utilisé quand on brûle l'huile minérale, est remplacé par un bouchon plein qui ferme l'appendice et le tube par lequel l'huile en surabondance retourne au réservoir. De cette façon l'huile remonte jusqu'au sommet du bec par-dessus lequel elle se déverse. Ces becs ont également le courant d'air extérieur et un porte-verre à jours.

Comme nous le disions plus haut, la substitution de l'huile minérale à l'huile de colza ayant amené une grande économie dans l'éclairage des phares, on fut amené à consacrer une partie de cette économie à améliorer l'éclairage, soit en augmentant le nombre de mèches pour les phares de chaque ordre, soit en augmentant le diamètre. Mais cette augmentation de diamètre, en même temps que l'addition des cylindres extérieurs destinés à guider le courant d'air, présentait l'inconvénient de masquer, pour les éléments inférieurs de l'appareil optique, une plus grande portion du volume de la flamme et de diverger les rayons de celle-ci par suite de son rapprochement de la lentille. On remédia bientôt à cet inconvénient par l'emploi de becs dont les mèches sont étalées de 2 en 2 millimètres.

Gr. III. Enfin, depuis 1876, les lampes de phare ont reçu en France des modifications importantes. Par l'adoption du piston plongeur, le bon fonctionnement des lampes ne dépend plus exclusivement du soin et de l'habileté avec lesquels les gardiens emboutissent et règlent les valvules ou poches des lampes mécaniques. Le corps de pompe étant immergé dans le liquide, le piston n'a plus qu'à refouler l'huile et n'a pas besoin d'autant d'étanchéité que lorsqu'il y a aspiration et refoulement.

Le mécanisme moteur est placé sur le dessus du corps de lampe, ce qui en facilite beaucoup l'entretien. Les dentures des roues motrices sont assez fines pour qu'on puisse aisément changer les repères des dents en contact jusqu'à ce qu'on obtienne un débit régulier de chacune des quatre pompes. Le mouvement d'horlogerie qui est placé dans le pied de la lampe, est combiné de façon à pouvoir s'appliquer à toutes les lampes depuis le premier jusqu'au troisième ordre. L'exiguïté du mécanisme moteur et le placement des corps de pompe au fond du corps de lampe ont permis d'augmenter la hauteur et la capacité du réservoir, de façon qu'il contienne une quantité d'huile suffisante pour alimenter un bec à six mèches.

La suppression des poches et clapets en peau ou en cuir évite les dérangements que l'on avait souvent à constater.

Les soupapes des pistons sont garnies de liège, de façon à flotter sur le liquide; aussi fonctionnent-elles avec la plus grande facilité.

Tel est l'état des perfectionnements apportés tout récemment dans l'éclairage des phares à l'huile minérale ou végétale. Ces perfectionnements se sont suivis de près et ont transformé complètement l'éclairage des côtes.

Quelque rapides et concluantes qu'aient été ces améliorations, l'étude de la question de l'éclairage des phares reste cependant pendante; et à peine est-on arrivé à un degré de perfection satisfaisant, par l'huile minérale, que déjà une phase nouvelle se présente à l'horizon et semble vouloir arriver à détrôner tout ce qui s'est fait jusqu'à ce jour.

Nous ne parlerons pas de l'emploi du gaz, quoique celui-ci soit,



à notre avis, plus avantageux encore que l'huile minérale. L'usage en est très limité par suite de l'emplacement topographique des phares. Un certain nombre cependant: en Suède, en Angleterre, etc. sont éclairés de cette façon, et l'exposition anglaise nous présente un bec à gaz d'une intensité considérable.

Gr. III.

Cl. 27.

Mais l'éclairage électrique a fait depuis quelques années des progrès si remarquables, a donné des résultats si satisfaisants, que tout le monde prévoit que ce mode sera avant peu plus répandu qu'il ne l'a été jusqu'ici dans l'éclairage des phares.

Depuis quatorze ans, le phare de la Hève est éclairé au moyen d'une machine de l'Alliance et de régulateurs Serin; il a toujours fonctionné avec une régularité remarquable. Depuis lors quelques modifications ont été apportées à ce système tant en France qu'en Angleterre.

On n'a pas cru cependant devoir adopter ou développer ce mode d'éclairage; et ce avec raison, pensons-nous. C'est à peine depuis une couple d'années que la lumière électrique paraît pouvoir entrer couramment dans la pratique.

Nous sommes d'avis que là se trouve l'avenir de l'éclairage des phares; mais il est nécessaire d'étudier d'abord de nouveaux systèmes d'appareils optiques qui, eu égard aux circonstances locales, puissent assurer, tout en l'améliorant, le service actuel des signaux. Nous mentionnerons, en passant, les phares à deux ou trois étages, permettant à ce dernier point de vue des combinaisons de signaux très étendues. Les huiles et le gaz, dans ces derniers systèmes, ont présenté beaucoup de difficultés qui ne semblent pas devoir être rencontrées dans l'emploi de l'électricité.

D. — Éclairage électrique.

Depuis la dernière Exposition universelle de Paris, en 1867, c'est peut-être de toutes les branches industrielles l'éclairage électrique qui a fait les progrès les plus rapides et dont les applications se sont développées le plus, surtout dans ces dernières années.

A part quelques applications spéciales au phare de la Hève de France et à quelques théâtres, la lumière électrique était jusqu'ici

Gr. III. limitée aux expériences de physique et ne sortait guère des laboratoires.

Cl. 27.

Les savants électriciens Nollet et Van Malderen, promoteurs de la machine l'Alliance, tout en réalisant la machine qui semble aujourd'hui encore rivaliser avec succès avec les machines les mieux combinées, n'étaient cependant pas parvenus à répandre dans l'industrie leur invention remarquable.

Le prix élevé et le volume encombrant des machines ont été pour beaucoup dans la lenteur avec laquelle elles ont progressé.

Il était donné à M. Gramme de propager la lumière électrique en rendant ces machines d'un volume restreint et d'un prix abordable.

En même temps, les connaissances spéciales et les principes de l'électricité se vulgarisaient et favorisaient l'adoption de ces appareils dont le fonctionnement était resté si longtemps une énigme pour la majeure partie du public.

Pendant que Gramme, en France et en Allemagne, introduisait l'éclairage électrique dans les ateliers et les manufactures, l'Angleterre et l'Amérique suivaient la même voie.

Partout où la nécessité d'un éclairage puissant se faisait sentir, on recourait à la lumière électrique. Grâce à elle, bien des travaux qui ne pouvaient être exécutés que le jour peuvent être poursuivis avec activité pendant toute la nuit et procurent ainsi une notable économie et de temps et d'argent.

Sans compter les services importants que la lumière électrique peut rendre à la marine et à la guerre, installée à bord des navires ou des quais, elle permet le déchargement continu des grands steamers et fait réaliser au commerce des bénéfices importants en évitant les surestaries.

Tout récemment, aux États-Unis, on vient d'éclairer les bords d'une station balnéaire à la lumière électrique, de façon à permettre au public de prendre des bains de mer pendant les chaudes soirées d'été.

Ces résultats étaient déjà très enviables, et pourtant les exigences de l'homme, toujours insatiable, n'étaient pas encore satisfaites. On reprochait à la lumière électrique de ne pouvoir être



utilisée que dans le cas où l'on avait besoin d'un foyer de grande intensité et d'un foyer unique. On voulait arriver à rendre cette utilisation de l'électricité plus pratique en diminuant l'intensité des foyers et en en augmentant le nombre.

Bientôt Jablochhoff survint avec l'idée d'employer des bougies électriques permettant de greffer sur une machine à courants alternatifs plusieurs foyers avec une machine unique, et à donner des foyers d'une intensité relativement faible.

Aussitôt on vit graviter autour de lui une pléiade d'inventeurs, tous à la recherche de la divisibilité de la lumière électrique.

Autant la machine Gramme avait propagé l'emploi industriel de la lumière électrique, autant l'invention Jablochhoff développa les recherches faites en vue de la diviser; et pendant le cours de l'Exposition universelle actuelle, on vit une application de ce principe dont des essais avaient déjà été tentés à la gare de Paris-Lyon, et qui fut faite à la gare Saint-Lazare par MM. Lontin et C^{ie}.

C'est la dernière et toute récente invention de l'espèce. Est-ce la dernière? Nous sommes loin de le croire.

Lorsqu'à peine on commençait à s'occuper de l'éclairage électrique au point de vue industriel, on vit surgir coup sur coup le téléphone, le phonographe et le microphone. On doit s'attendre à voir tous les jours apporter de nouveaux perfectionnements dans l'emploi de l'électricité dans l'industrie, et nous sommes fondés à croire que la lumière électrique n'a pas dit son dernier mot.

Est-ce à dire qu'elle tuera le gaz et se substituera complètement à lui? Nous ne le croyons pas; l'électricité aura ses applications comme le gaz les siennes, et nous comprenons peu l'émotion qu'ont éprouvée les détenteurs d'actions de gaz à l'apparition de ce nouveau système d'éclairage.

Il y a place dans le monde pour le développement de ces deux industries. L'éclairage électrique ne tuera pas plus le gaz que celui-ci n'a détruit la bougie, pas plus que les chemins de fer n'ont englouti l'industrie du roulage. Nous avons vu, en parlant de l'éclairage au gaz, combien celui-ci avait encore à faire pour se répandre dans tous les appartements, et certes on peut prédire que le développement de l'éclairage électrique sera accompagné

Gr. III.

Cl. 27.