



LE CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE

Parmi les nombreuses applications de l'électricité, il en est un certain nombre dont, pour des raisons que nous allons exposer, le développement s'est trouvé jusqu'ici limité ou, plus exactement, retardé; ces applications, qui sont celles du chauffage électrique, ne sont pourtant pas les moins intéressantes.

Le principal obstacle au développement de ces applications de l'électricité est leur prix de revient relativement élevé. Pourquoi, peut-on se demander, le chauffage électrique revient-il si cher? La raison en semble au premier abord facile à trouver, si l'on considère que les calories engendrées dans les foyers des chaudières de l'usine génératrice, source initiale de la chaleur produite, doivent être transformées en kilowatts, puis que ces kilowatts doivent reprendre la forme de calories dans les appareils d'utilisation.

Or, entre les foyers de l'usine et ces derniers appareils, s'intercalent un nombre relativement considérable d'organes intermédiaires (chaudières, canalisations de vapeur, groupes électrogènes, canalisations électriques), dont le rendement est, surtout pour les premiers, assez médiocre.

Il n'est donc pas étonnant que, par suite des pertes inhérentes à ces transformations successives, la chaleur obtenue électriquement, revienne sensiblement plus cher que si on l'avait produite directement en brûlant le charbon dans le local à chauffer.

Toutefois, si le principe de ce raisonnement est exact, il ne faut pas se hâter d'en conclure que le chauffage électrique est, sous toutes ses formes, inapplicable.

Il semble tout d'abord que certaines réductions de tarifs, consenties par les compagnies de distribution, dans des conditions que nous exposerons plus loin, influeraient favorablement sur le développement de tous les appareils de chauffage électrique en général.

D'autre part, on peut classer ceux-ci en deux catégories : 1° les appareils de chauffage proprement dits, dont la consommation assez élevée ne rend l'usage économiquement possible que moyennant des tarifs spéciaux; 2° les appareils accessoires que leur consommation réduite permet d'utiliser dans une assez large mesure même avec les tarifs actuels.

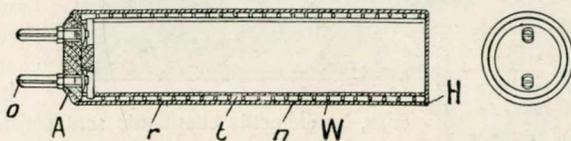


Fig. 1. Cartouche chauffante. A, bouchon de porcelaine; o, fiche de contact; r, tube métallique; t, micanite; n, mica; W, fil résistant; H, gaine.

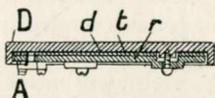
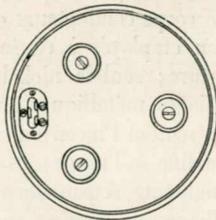


Fig. 2. Plaques chauffantes avec éléments à la micanite. D, plaque supérieure; d, résistance comprise entre t (amiante) et r (plaque de serrage); A, bornes.

La première catégorie d'appareils comprend les radiateurs pour le chauffage des appartements. Ces radiateurs se subdivisent eux-mêmes en deux classes qui sont : les radiateurs lumineux et les radiateurs obscurs.

Dans les radiateurs lumineux, les éléments chauffants sont de grosses ampoules rappelant les lampes à incandescence à filaments de carbone, mais beaucoup plus grosses ; en outre, on n'y fait pas, comme dans ces dernières, un vide aussi parfait que possible, mais on y introduit une certaine quantité d'un gaz quelconque, généralement un carbure d'hydrogène, dont le rôle est de dériver par convection une partie de la chaleur produite ; enfin ces ampoules sont en verre dépoli, afin d'atténuer l'éclat lumineux du filament de carbone qu'elles renferment ; c'est ce filament qui, parcouru par le courant, s'échauffe et constitue la source

de chaleur. Chaque ampoule consomme en général 250 watts sous 110 ou 220 volts ; étant donné qu'un radiateur comporte de deux à six ampoules, la puissance totale consommée par celui-ci varie de 500 à 1500 watts ; il est d'ailleurs facile de régler cette consommation, c'est-à-dire l'allure de chauffage, à l'aide d'un commutateur permettant d'allumer un plus ou moins grand nombre de lampes. Les ampoules sont montées sur des douilles à vis ou à baïonnette et disposées soit verticalement, soit en éventail (fig. 5). On peut donner au cadre

qui les supporte un aspect plus ou moins élégant. Un réflecteur, disposé derrière les ampoules, renvoie la chaleur vers l'intérieur de la pièce à chauffer. Récemment quelques constructeurs ont réalisé également des radiateurs lumineux en plaçant les filaments chauffants à l'intérieur de tubes de quartz (fig. 5) ; le quartz présente sur le verre l'avantage de pouvoir supporter une température plus élevée.

Dans les radiateurs obscurs, les éléments chauffants sont constitués par des résistances qui, s'échauffant sous l'action du passage du courant, rayonnent une certaine quantité de chaleur ; ces résistances sont en métaux ou en alliages de métaux, ou encore obtenues à l'aide de mélanges de corps conducteurs et de corps isolants. Les métaux purs sont peu employés à cause de leur oxydation rapide à haute température ; seul le nickel paraît utilisable à ce point de vue. Les alliages métalliques sont d'un emploi plus répandu, bien qu'ils présentent l'inconvénient suivant, à savoir que leur consistance se modifie à l'usage ; ils se cristallisent en quelque sorte, ce qui augmente sensiblement leur fragilité. En outre, certains de ces alliages ne peuvent supporter une température élevée, leur point de fusion étant relativement bas. C'est pour ces diverses raisons que certains constructeurs ont établi des résistances dites agglomérées, c'est-à-dire formées d'un mélange pulvérisé de corps conducteurs et de corps isolants. C'est à cette dernière catégorie qu'appartient les résistances métallo-céramiques Parvillée, constituées par un mélange de poudre métallique (nickel, chlorure, etc.) et d'argile, comprimé à haute pression et cuit à une température de 1200 à 1500 degrés. C'est dans la même catégorie encore qu'il convient de faire rentrer les résistances dites au cryptol, constituées par un mélange granuleux de charbon ou de graphite avec de l'argile ou des matières analogues. Les résistances de cette dernière catégorie supportent assez bien en général les températures élevées nécessaires dans les appareils de chauffage. La principale difficulté que l'on a rencontrée dans la constitution de ces résistances est celle qui consistait à trouver, pour isoler celles-ci, des corps à la fois suffisamment isolants au point de vue électrique et susceptibles, d'autre part, de supporter les températures élevées atteintes en service par ces résistances. Ce problème a donné lieu au début à de nombreux mécomptes, lesquels ne furent pas étrangers au succès

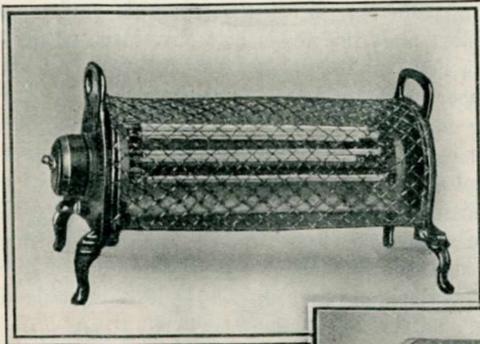
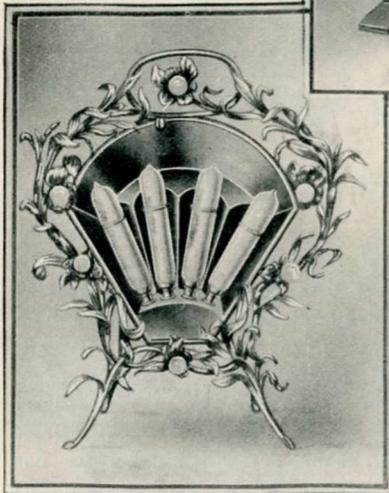
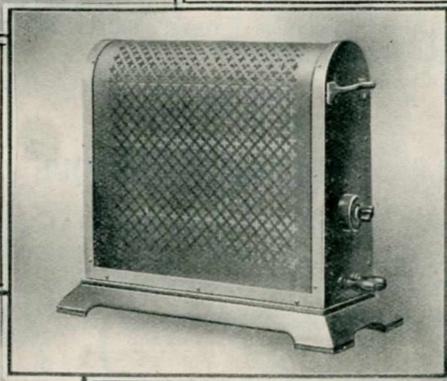


Fig. 3 (en haut).
Radiateur à tube de quartz.

Fig. 4 (au milieu).
Radiateur électrique (Manufacture d'appareillage électrique).

Fig. 5 (en bas).
Radiateur à lampes chauffantes (R. Heller).



ultimheat®
VIRTUAL MUSEUM

restreint que rencontrèrent les premiers appareils de chauffage électrique. Toutefois actuellement les constructeurs semblent être arrivés à des solutions satisfaisantes, grâce à l'emploi du mica et de l'amiante en particulier. Cette considération amena toutefois certains constructeurs à tourner l'obstacle, en recourant au chauffage par courants de Foucault. On sait que l'on désigne sous ce nom les courants parasites tourbillonnaires qui prennent naissance à l'intérieur d'une masse métallique placée dans un champ magnétique variable, par exemple le champ créé par une bobine parcourue par un courant alternatif. Ces courants parasites engendrent une grande quantité de chaleur; mais, étant donné qu'ils prennent naissance et se ferment sur eux-mêmes à l'intérieur de la même masse métallique, l'isolement de cette masse métallique est grandement simplifié. Quant à la bobine inductrice primaire, laquelle est reliée au réseau, sa construction ne présente aucune difficulté spéciale, de ce fait qu'elle n'a pas à atteindre elle-même une température élevée. Mais de tels appareils, étant basés sur des variations de flux magnétique, ne peuvent fonctionner que sur le courant alternatif; pour obtenir cette variation de flux avec le courant continu, il serait nécessaire d'animer la masse métallique d'un mouvement par rapport au champ magnétique, d'où une complication inadmissible.

Au point de vue du rendement *calorifique*, il n'existe évidemment aucune différence entre les deux

types de radiateurs, obscurs et lumineux. Par suite, en effet, du principe même de la conservation de l'énergie, les uns et les autres fournissent, à consommation égale et dans le même temps, la même quantité de

Fig. 7.
Séchoir
à
onduler
(Société
A. E. G.).

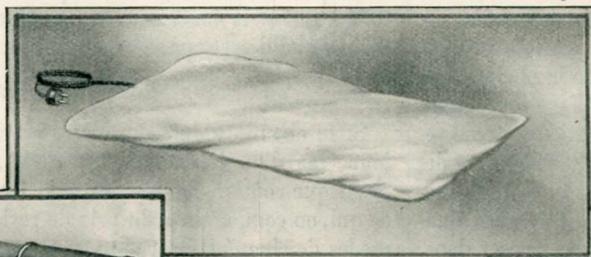


Fig. 6.
Chauffe-lit A. E. G.

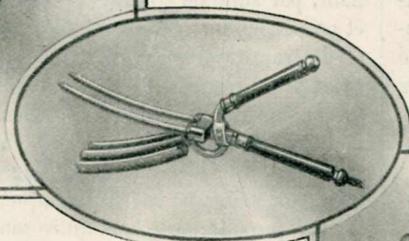
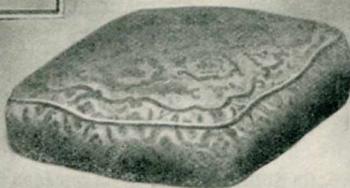


Fig. 8. — Fer à onduler
(Richard Heller).



Fig. 9.
Pouf électrique
(Maison Renard).

Fig. 10.
Chauffe-fer
(Richard Heller).

chaleur. La différence entre les deux types d'appareils réside donc surtout dans leurs apparences. Le radiateur lumineux, dont les résistances produisent, en même temps que la chaleur, une certaine quantité de lumière, rappelle davantage les foyers ou appareils de chauffage usuels (feux de cheminée, poêles, radiateurs à gaz, etc.), qui émettent eux aussi un plus ou moins grand nombre de rayons lumineux. Le chauffage est ainsi rendu plus agréable. Par contre, les radiateurs obscurs sont d'un encombrement généralement moindre que les radiateurs lumineux et peuvent, par suite, se dissimuler plus facilement; en outre, leurs éléments chauffants sont moins fragiles que ceux de ces derniers radiateurs. Ce sont ces raisons qui les font préférer pour le chauffage des voitures de chemins de fer ou de tramways à traction électrique (lignes électriques des chemins de fer P.-L.-M., Compagnie générale parisienne de tramways, etc.); on dissimule, en général, ces radiateurs sous les banquettes des voitures et on les recouvre d'un grillage protecteur. La figure 4 montre un radiateur obscur pour chauffage d'appartement.

Toutefois la répartition de la chaleur n'est pas absolument la même avec les deux types de radiateurs. Le radiateur lumineux, surtout muni d'un réflecteur, est préférable pour concentrer la chaleur dans une direction déterminée; le radiateur obscur, au contraire, donne un rayonnement plus uniforme dans toutes les directions.

Afin de donner l'illusion du chauffage lumineux, certains constructeurs placent, sur leurs radiateurs obscurs, une petite lampe à incandescence de quelques bougies, dissimulée derrière un petit carreau. Signalons encore, dans le même ordre d'idées, les « bûches électriques », destinées à garnir les en-



minées des scènes de théâtre ou encore celles des immeubles à chauffage central. Ces bûches, imitant les bûches ordinaires, renferment de petites lampes électriques rouges, dissimulées entre elles et donnant l'illusion du feu.

Les avantages du chauffage électrique, en particulier au point de vue de la commodité, de la propreté et de l'hygiène, sont tels qu'il est permis de regretter que des considérations économiques en limitent actuellement l'emploi. Il n'est pas en effet nécessaire d'insister sur les avantages qui résultent de la possibilité d'obtenir instantanément de la chaleur, comme on obtient de la lumière, par la simple manœuvre d'un interrupteur. D'autre part, la faculté de faire varier immédiatement l'allure de chauffage, par la mise en circuit d'un plus ou moins grand nombre d'éléments, est loin d'être négligeable, si l'on songe aux difficultés, et même souvent à l'impossibilité, que présente le réglage de la plupart des modes de chauffage usuels. Le chauffage électrique présente même cette intéressante particularité de se prêter à un réglage automatique permettant de maintenir la température d'une pièce quelconque entre certaines limites. Il suffit en effet, ainsi que l'a fait le Dr Ekström, de Stockholm, de disposer dans la pièce un thermomètre à contacts, ces derniers étant reliés à un relais qui commande la mise en circuit des éléments de chauffage. Lorsque la température atteint la limite minima fixée, le thermomètre met en action le relais qui ferme le circuit de chauffage; la température de la pièce s'élève alors et, lorsqu'elle a atteint la limite maxima, le thermomètre et le relais interviennent de nouveau pour couper le circuit de chauffage, et ainsi de suite.

Nous arrivons au plus grand avantage du chauffage électrique qui est son avantage hygiénique; en effet, les appareils de chauffage électrique, à l'intérieur desquels ne s'opère aucune combustion, ne peuvent dégager aucun gaz toxique ou même susceptible de vicier l'air (oxyde de carbone, anhydride carbonique, etc.); seul le chauffage par radiateurs à vapeur ou à eau chaude peut être comparé, à ce point de vue, au chauffage électrique; mais il nécessite, d'autre part, la complication de la présence d'une ou de plusieurs chaudières, lesquelles exigent une surveillance attentive et un entretien minutieux. Quant aux modes de chauffage par combustion, leur procès, au point de vue hygiénique n'est plus à faire; les statistiques des asphyxies et des intoxications, dues chaque année à ces procédés de chauffage, sont malheureusement assez éloquentes.

On voit, par ce rapide exposé, que le chauffage électrique constituerait le mode de chauffage idéal, si son prix de revient était relativement moins élevé. Malheureusement ce prix constitue, actuellement, dans un grand nombre de cas, un obstacle sérieux au développement, sur une grande échelle, du chauffage électrique.

La consommation des radiateurs varie, en effet, de

500 à 5000 watts environ. Or, en France tout au moins, les tarifs de l'énergie électrique, sont encore beaucoup trop élevés pour qu'une telle consommation ne soit pas très coûteuse. En effet, à raison de 2 à 5 watts par mètre cube et par degré de différence de température à maintenir avec l'extérieur, chiffre donné par l'un des constructeurs les plus compétents en l'espèce, M. Goisot, on voit que, si l'on désire, dans le cas d'une température extérieure de -5° (ce qui correspond à un hiver moyen à Paris), maintenir à $+15^{\circ}$ une pièce d'une capacité de 100 mètres cubes, il faut un appareil de :

$$100 \times 20 = 2000 \text{ watts.}$$

Au tarif de 0 fr. 50 par kilowatt-heure en usage à Paris pour le chauffage électrique, lequel est assimilé à tort à la force motrice, la dépense résultant de l'emploi de cet appareil sera de :

$$2 \times 0,50 = 0 \text{ fr. } 60 \text{ par heure.}$$

Si le chauffage doit durer de 8 à 10 heures par jour (cas d'un bureau par exemple), le chauffage électrique coûtera de 4 fr. 80 à 6 francs par jour, ce qui, en comparaison du prix de revient des autres modes de chauffage, est plutôt onéreux.

Toutefois, certaines entreprises industrielles produisant elles-mêmes l'énergie électrique ou l'obtenant, par suite de contrats spéciaux, à bon compte, et en particulier les Compagnies de chemins de fer et de tramways électriques, peuvent avoir intérêt à recourir au chauffage électrique. Il en est de même des abonnés des secteurs hydro-électriques, lesquels jouissent en général de tarifs fort avantageux. Dans ces conditions spéciales, le chauffage électrique peut, même au point de vue économique, être plus avantageux que n'importe quel autre mode de chauffage.

Nous indiquerons plus loin, sommairement, l'une des plus intéressantes parmi les nombreuses solutions proposées par les techniciens, pour généraliser dans la mesure du possible l'emploi des appareils de chauffage électrique à grande consommation. Il semble toutefois qu'il y aurait lieu de chercher à créer des appareils de consommation moyenne, dont l'emploi pour une durée de chauffage limitée serait, dès à présent, pratiquement très réalisable. Un appareil consommant 250 watts, par exemple, serait le radiateur idéal pour le chauffage d'une chambre à coucher ou d'un cabinet de toilette; le chauffage d'une telle pièce ne dure guère, en effet, plus d'une heure à deux par jour; donc, même en supposant l'application du tarif de lumière parisien (0 fr. 70 le kilowatt-heure), la dépense de ce radiateur ne serait que de 17,5 à 55 centimes par jour, ce qu'accepteraient certes très volontiers de nombreux abonnés, en raison des avantages du chauffage électrique; ces avantages, et en particulier l'instantanéité et l'hygiène, sont, en effet, particulièrement appréciables pour le chauffage d'une pièce telle qu'un cabinet de toilette et surtout une chambre à coucher.

Ces considérations nous amènent à envisager

seconde catégorie d'appareils dont nous avons parlé au début de cet article : les appareils à faible consommation.

Cette catégorie comprend une très grande variété d'appareils accessoires qui sont, pour ne citer que les principaux, les chaufferettes, les tapis et les poufs (fig. 9) à chauffage électrique, les fers à friser électriques (fig. 8) et les réchauds pour fer à friser ordinaires (fig. 10), les chauffe-lits (fig. 6), les allume-cigares (fig. 12), les brocs pour le chauffage de l'eau (fig. 15); la consommation de ces appareils n'est pas, en général, supérieure à celle d'une lampe à incandescence ordinaire, et leur dépense est d'autant moindre que leur durée de chauffage n'excède pas quelques minutes. L'emploi de ces appareils, si commodes et si propres, se généraliserait donc certainement, s'ils étaient plus connus du grand public. Dans tous ces appareils, l'élément de chauffage est une petite résistance isolée au mica ou à l'amiante; parfois même, c'est une simple lampe à incandescence à filament de carbone de 16 à 52 bougies, facile et peu coûteuse à remplacer.

Dans la même catégorie rentrent encore quelques autres appareils d'une consommation un peu plus élevée, tels que les fers à repasser (fig. 14), et les sècheurs à cheveux (fig. 7), renfermant un petit ventilateur électrique qui refoule l'air à travers une résistance qui le chauffe.

Fig. 11. Arrosoir électrique. Fig. 12. Allume-cigares.

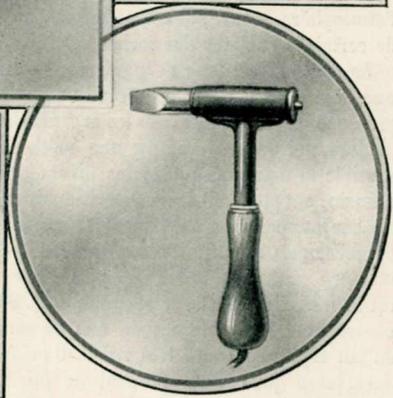
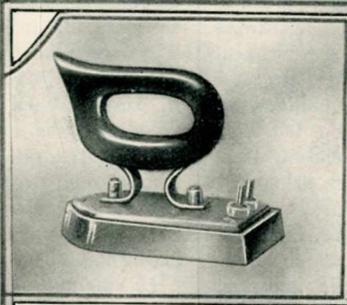
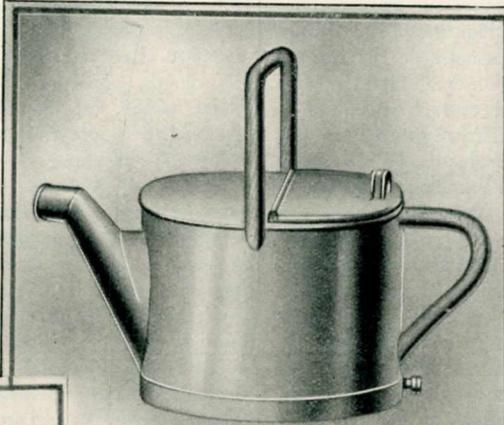


Fig. 14. Fer à repasser (R. Heller).

Fig. 15. Fer à souder (Sté A. E. G.).

Fig. 13. Broc à eau chaude (Sté A. E. G.). Les fers à souder électriques (fig. 15) permettent, dans les ateliers, une augmentation de la rapidité du travail, étant donné qu'ils sont portés presque instantanément à la température convenable.

Nous dirons, pour conclure, quelques mots d'une méthode employée avec succès à l'étranger pour faciliter l'usage du chauffage électrique. Les Compagnies de distribution sont, en effet, les premières intéressées à la diffusion de l'emploi de ces appareils.

Cette méthode, d'ailleurs très rationnelle, consiste à employer le *double tarif*. Aux heures de la journée où les usines sont peu chargées pour l'éclairage et où, par suite, la plus grande partie du matériel de celles-ci est inutilisée, on fournit l'énergie à un prix très bas; l'abonné peut alors en profiter pour mettre en service ses appareils de chauffage. Lorsqu'arrivent les heures dites « de pointe », où la demande de courant pour l'éclairage atteint son maximum, un mouvement d'horlogerie, placé sur le compteur de l'abonné, provoque automatiquement l'enregistrement au tarif fort. Dès lors, l'intérêt même de l'abonné est d'arrêter ou, tout au moins, de ramener à l'allure la plus faible ses appareils à grande consommation. Cette méthode, appliquée d'ailleurs avec succès en Suisse et en Suède, est donc avantageuse à la fois pour l'abonné, qui obtient un chauffage suffisamment économique, et aussi pour le secteur, dont le matériel est mieux utilisé; d'autre part, la surcharge de l'usine aux heures « de pointe »

pas à craindre, car l'abonné, ainsi que nous l'avons fait remarquer, aura tout intérêt à faire cesser lui-même le chauffage à ce moment; s'il sait utiliser rationnellement ses appareils, cet arrêt du chauffage sera sans inconvénient, les pièces ayant été suffisamment chauffées pendant la journée, pour garder une température convenable.

Il est donc vivement à désirer que des efforts sérieux et rationnels soient faits, en France également, pour donner à cette si intéressante branche des applications de l'électricité, et cela dans l'intérêt de tous, la place à laquelle elle a droit et que seules des conceptions erronées l'ont empêchée d'occuper jusqu'à présent.

J.-L. MEDYNSKI.

