

DEUXIEME EDITION

(3^e et 4^e MILLE)

Prix : 10 fr. 50



LE CHAUFFAGE ELECTRIQUE DOMESTIQUE

PAR

PIERRE MASTIER

INGENIEUR ELECTRICIEN E.T.P.

PREFACE DE M^r **J. VERGER**

PRESIDENT DU SYNDICAT GENERAL DES
INSTALLATEURS ELECTRICIENS FRANÇAIS

1941

AVEC LE TEXTE DES ARRETES DES 11 AVRIL
ET 12 AOUT 1941

LIBRAIRIE DES SCIENCES

GIRARDOT et Cie

27, quai des Grands-Augustins, Paris 6^e

Z 3 JANV 1975



ULTIMHEAT®
VIRTUAL MUSEUM

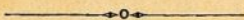


LE CHAUFFAGE ELECTRIQUE DOMESTIQUE

PAR

PIERRE MASTIER

INGENIEUR ELECTRICIEN E.T.P.



PREFACE DE M^r **J. VERGER**

PRESIDENT DU SYNDICAT GENERAL DES
INSTALLATEURS ELECTRICIENS FRANÇAIS

1941

REPRODUCTION INTERDITE



ULTIMHEAT®
VIRTUAL MUSEUM

Préface

Comme je l'indiquais l'année dernière en présentant la première édition de ce livre, malgré son nombre de pages limité, il contient beaucoup plus de renseignements pratiques sur le chauffage électrique que maints ouvrages plus volumineux.

A l'heure où les difficultés d'approvisionnement en charbon incitent chacun à envisager un chauffage d'appoint ou un chauffage général par l'électricité, « **Le Chauffage Electrique Domestique** » sera un guide précieux.

Le lecteur qui envisagera de recourir à la bienfaisante fée électricité pour chauffer son appartement, y puisera les premiers renseignements sur l'importance de l'installation qu'il devra réaliser. Il pourra, ensuite, muni d'idées bien précises, faire appel, pour l'exécution, au concours d'un installateur-électricien, lequel le mettra en rapport avec la Cie de Distribution d'Electricité, pour lui faire obtenir les tarifs les plus avantageux.

Le chauffage électrique présente des avantages incontestés sur les autres moyens de maintenir chez soi une température suffisante et régulière ou d'obtenir de la chaleur pour tous les usages : cuisine, chauffage de l'eau, repassage, etc... Le développement de l'usage des appareils de faible ou de moyenne puissance en est la preuve : réchauds, bouilloires, fers à repasser, radiateurs paraboliques, etc... L'utilisation des appareils de plus forte puissance tels que radiateurs obscurs, radiateurs à eau, poêles à accumulation, n'a pas été faite jusqu'à présent sur une aussi grande échelle pour deux raisons : consommation élevée de courant et coût de l'installation.

Pour la consommation, les tarifs mixtes, dont la dernière tranche présente une forte réduction du prix du courant, et aussi les tarifs de nuit en dehors des pointes, permettent aujourd'hui d'envisager des conditions économiques acceptables.

Quant à l'installation, en suivant les conseils de M. Mastier, qui seront confirmés par tous les entrepreneurs sérieux, elle pourra être réduite à ce qu'il est absolument indispensable et n'est pas un obstacle à la réalisation du chauffage électrique.

Malgré les limitations apportées à l'utilisation du courant électrique pour le chauffage par les arrêtés des 11 avril et 12 août 1941, il est encore possible de réaliser actuellement des installations de moyenne puissance, en ne consommant de l'énergie qu'aux heures creuses, ou de faible puissance dans la limite des consommations autorisées.

Je souhaite donc que ce livre continue à contribuer au développement de l'industrie électrique, à l'emploi de toujours plus nombreux ouvriers et techniciens, ainsi qu'à l'amélioration des conditions d'existence des familles françaises.

J. VERGER,
Président du Syndicat Général
des Installateurs Electriciens Français.

**TABLEAU DES CONSOMMATIONS LIMITEES
ET DES SUPPLEMENTS MENSUELS DE L'ARTICLE 2
DE L'ARRÊTE DU 12 AOUT 1941**

Nombre de personnes vivant en commun.	Consommation limite pour un abonné ne faisant pas la cuisine à l'électricité et n'utilisant pas de chauffe-bain électrique.	Supplément mensuel pour un abonné faisant usage d'un chauffe-bain électrique.	Supplément mensuel pour un abonné faisant la cuisine électrique.	Supplément correspondant au chauffage des locaux applicable seulement dans les communes où la carte de charbon a été instituée.	
				Pour chacun des mois de novembre et de mars.	Pour chacun des mois de décembre, janvier, février.
1 à 3	80	90	180	240	400
4 ou 5	100	120	240	360	600
6 ou 7	120	150	300	480	800
8 ou 9	140	180	360	600	1.000
10 ou 11	160	210	420	720	1.200
12 et plus	180	240	480	840	1.400



NOTE DE L'AUTEUR

L'année dernière, lorsque j'ai entrepris d'écrire cet ouvrage, j'aurais pu envisager d'en faire un livre volumineux par le développement de toutes les connaissances sur le chauffage électrique, de façon à en faire croître, en apparence, l'intérêt.

Mon but est différent. Je me suis proposé, au contraire, de condenser les connaissances pratiques sur ce mode de chauffage, et d'en faire une mise à jour au début de l'hiver 1940-1941.

L'idée m'en est venue en compulsant la documentation éparsée sur ce sujet d'actualité : ouvrages de bibliothèque traitant du chauffage électrique parmi d'autres sujets et souvent d'une façon trop technique, mémentos, tarifs, règlements, catalogues.

Dans la présentation, je me suis efforcé de respecter la forme d'un livre, tout en me rapprochant de celle d'un aide-mémoire.

La période actuelle est aux économies. Je pense ainsi en faire réaliser à ceux qui désirent faire installer le chauffage électrique : économies de temps, de démarches et de recherches.

Les notions scientifiques sont présentées d'une façon simpliste pour être à la portée de tous. Les données techniques sont immédiatement suivies d'exemples pour en faciliter la compréhension.

La partie traitant du chauffage des locaux par radiateurs ordinaires de moyenne puissance a reçu un développement plus grand que celle relative aux poêles à accumulation, au chauffage de l'eau, à la cuisine électrique et aux petits appareils domestiques, car elle constitue la partie principale de l'ouvrage.

Les renseignements donnés s'inspirent de la situation économique en fin d'année 1940 et en 1941. Les chiffres approximatifs cités sont valables pour Paris, pour la même époque. Pour d'autres villes ou d'autres régions, il sera facile à chacun d'apporter les corrections résultant des tarifs différents pour la fourniture du courant électrique.

En résumé, ce petit livre doit permettre au lecteur de faire le choix des appareils de chauffage qui lui conviennent le mieux, d'apprécier, avec une approximation suffisante, la valeur de la dépense totale à engager, et de passer à coup sûr à l'exécution d'une installation de chauffage électrique.

C'était par cette conclusion que je terminais la présentation de la première édition de l'ouvrage ; la mise sous presse de la deuxième édition va être faite en un temps où les restrictions sur la consommation de l'électricité sont encore accrues. Mais ceci ne doit pas empêcher de réaliser des installations de chauffage électrique en suivant les conseils donnés dans ce livre. C'est ce que je vais m'efforcer de dégager des textes des arrêtés pris récemment pour réduire la consommation du courant basse tension chez les particuliers.

L'arrêté du 11 avril 1941, en application de la loi du 18 décembre 1940, précise que :

« ...Art. 2. — La desserte de tous nouveaux abonnés à l'électricité, ainsi que toutes mesures destinées à augmenter la puissance électrique mise à la disposition d'un abonné (telles que renforcement de branchements, remplacement d'un compteur par un compteur plus puissant) sont subordonnées à l'autorisation préalable de l'ingénieur en chef du contrôle des distributions d'électricité.

Art. 3. — Dans les départements de la Seine, de Seine-et-Oise, de Seine-et-Marne, de Seine-Inférieure, d'Eure et du Calvados, la consommation d'électricité pour l'éclairage et les usages domestiques (cuisine comprise) ne devra pas, pour chaque abonné, dépasser la consommation du mois correspondant de 1938, sauf si l'abonné a consommé pendant le mois considéré de 1941 moins de 30 kilowatts-heures. Toutefois, étant donné les perspectives actuelles favorables de la production hydro-électrique, le chiffre précédent de 30 kilowatts-heures est porté provisoirement à 80...

(Cet article est d'ailleurs abrogé par l'arrêté du 12 août 1941).

Art. 4. — La consommation d'électricité en haute tension ne devra pas dépasser mensuellement, pour chaque abonné, la consommation atteinte au cours de décembre 1940.

L'ingénieur en chef du contrôle des distributions d'électricité pourra accorder des dérogations à la disposition qui précède.

Art. 5. — Les infractions à l'article 2 du présent arrêté seront constatées par les agents du contrôle des distributions d'électricité, les agents de police et la gendarmerie, et seront punies d'une amende de 100 à 10.000 francs.

L'électricité consommée au delà des limites autorisées par les articles 3 et 4 sera facturée au triple du tarif réglementaire ou contractuel en vigueur. En cas de récidive, le courant sera coupé pendant une durée de huit jours. En cas de seconde récidive, le courant sera coupé définitivement... »

L'arrêté du 12 août 1941 fixe de la façon suivante les limites de consommation :

« Art. 1^{er}. — Les limites de consommation autorisées à partir du 1^{er} septembre 1941 pour les divers usages de l'électricité en basse tension sont obtenues en appliquant à des consommations de base, déterminées par le présent arrêté, les taux de réduction fixés par décision du secrétaire d'Etat à la production industrielle.

Art. 2. — La consommation mensuelle de base pour les abonnés domestiques est égale à la consommation atteinte pendant le mois correspondant d'une période de référence allant du 1^{er} septembre 1940 au 31 août 1941.

Cependant, elle ne peut dépasser une consommation limite déterminée en kilowatts - heure, conformément au tableau ci-après : (ce tableau est reproduit page IV).

Le supplément correspondant à la cuisine électrique, au chauffe-bain ou chauffage des locaux, ne peut être accordé aux abonnés qui ont obtenu une allocation correspondante de gaz pour les mêmes applications.

Le nombre de personnes prévu dans le tableau ci-dessus est le même que celui qui intervient pour l'attribution de la carte de charbon.

De plus, dans les départements de Seine, Seine-et-Oise, Seine-et-Marne, Seine-Inférieure, Eure et Calvados, la consommation de base pour chacun des mois d'avril, mai, juin, juillet, août, ne peut excéder la consommation qui était autorisée pour les mois correspondant de 1941, en application de l'article 3 de l'arrêté du 11 avril 1941.

Art. 3. — Tout abonné qui remettra au distributeur d'électricité les coupons de chauffage non utilisés de sa carte de charbon obtiendra un relèvement de consommation autorisée à raison de 3 kwh par kilogramme de charbon dont il renoncera à prendre livraison.

En vue de l'application de cette disposition, les coupons validés à la date de la publication du présent arrêté devront être remis au distributeur avant le 1^{er} octobre 1941, et les autres coupons dans le mois qui suivra leur validation.



VIII

Art. 4. — La consommation mensuelle de base pour l'éclairage autre que l'éclairage domestique est égale, pour chaque abonné, à la consommation du mois correspondant d'une période de référence allant du 1^{er} septembre 1940 au 31 août 1941.....

Art. 8. — Les quantités d'énergie consommées en heures creuses et enregistrées par un compteur spécial ne sont pas comprises dans les consommations visées aux articles précédents.

Art. 9. — En application de l'article 2 de la loi du 18 décembre 1940, la pénalité applicable à l'électricité consommée au delà des limites autorisées par l'application du présent arrêté sera le double du tarif réglementaire ou contractuel en vigueur.

Si le dépassement excède trente pour cent, l'ingénieur en chef du contrôle des distributions d'électricité pourra ordonner la coupure du courant pendant une durée de huit jours.

La même sanction sera appliquée d'office si le consommateur, dans les six mois suivant le premier dépassement, dépasse pour la seconde fois de plus de trente pour cent la consommation autorisée.

En cas de seconde récidive (troisième dépassement de plus de trente pour cent) dans les douze mois suivant le premier dépassement, le courant sera coupé définitivement.

Art. 10. — Le distributeur percevra le montant de la pénalité...

... Art. 13. — L'article 3 et le deuxième alinéa de l'article 5 de l'arrêté du 11 avril 1941, relatif à la réduction de la consommation de l'électricité, sont abrogés à partir du 1^{er} septembre 1941. »

Depuis la publication de cet arrêté, le directeur de l'électricité a fixé à dix pour cent le taux de réduction à appliquer en octobre aux consommations de base prévues, en vertu de la délégation permanente qui lui est donnée par l'article 11 pour fixer ce taux au nom du Secrétaire d'Etat à la production industrielle.

Toutefois, étant donné la législation actuelle, il est possible de tirer les conclusions suivantes :

Pour l'abonné qui a utilisé le chauffage électrique pendant l'hiver 1940-1941, la consommation limite sera, chaque mois de l'hiver 1941-1942, celle qu'il a atteint pendant le mois correspondant du précédent hiver, à moins qu'elle ne soit supérieure aux valeurs du tableau de la page IV (réduites de 10 %).

Les consommations limites actuelles lui permettent encore un chauffage suffisant par radiateurs électriques. En effet, compte tenu du taux de réduction, ces limites sont de 288 kwh par mois pour 1 à 3 personnes, de 414 kwh par mois pour 4 ou 5 personnes pendant les mois froids, et de 432 kwh pour 1 à 3 personnes, de 630 kwh pour 4 ou 5 personnes pour chacun des mois les plus froids de l'hiver.

Pour un abonné n'ayant eu l'année dernière ni chauffebain, ni cuisinière, ni radiateur électrique, la consommation réduite de 72 kwh jusqu'à 3 personnes, 90 kwh jusqu'à 5 personnes, 108 kwh jusqu'à 7 personnes, etc., permet encore, en tenant compte de l'éclairage et des autres usages domestiques, un chauffage d'appoint à l'électricité de 2 kilowatts-heure environ chaque jour, c'est-à-dire, par exemple, deux heures de chauffage avec un radiateur d'un kilowatt.

Pour pouvoir obtenir une consommation supérieure, il lui suffit d'utiliser l'énergie électrique aux heures creuses. L'article 2 de l'arrêté du 11 avril l'indiquait et l'article 8 de l'arrêté du 12 août le confirme.

La période d'heures creuses s'étend de 20 heures au lendemain matin à 6 heures. Le compteur spécial mesurant l'énergie électrique pendant ces heures creuses, placé après le compteur existant de l'installation, est mis en route par une horloge de contact à remontage à main ou par un relais de contact à horloge électrique. Ce compteur spécial est, en général, fourni en location par la Compagnie de distribution d'électricité. L'horloge électrique à contact existe dans le commerce à des prix variant de 800 à 1.100 francs.

Il est évident que le meilleur appareil de chauffage à utiliser avec ce dispositif est le poêle à accumulation avec un thermostat limiteur de température. Ce poêle restitue, pendant la journée, la chaleur accumulée au cours de la nuit.

Toutefois, le prix d'une telle installation étant élevé, une autre solution moyenne consiste à utiliser, avec le compteur spécial pour mesurer l'énergie électrique aux heures creuses, un radiateur à semi-accumulation dont la durée de restitution de chaleur est de trois heures.

Je suis certain que, dans les limites fixées par les derniers arrêtés, chacun pourra réaliser un chauffage électrique adapté à ses possibilités, mais lui procurant cependant un appoint appréciable de chaleur.



NOTE COMPLEMENTAIRE



Au moment de mettre sous presse, le Journal officiel du 9 novembre 1941 publie la Décision n° 4 du Directeur de l'Electricité, datée du 1^{er} novembre 1941, qui prescrit :

« Article premier. — Jusqu'à nouvelle décision, la consommation autorisée pour le chauffage électrique des locaux domestiques ou autres est et reste nulle. »

En tenant compte des taux de réduction indiqués dans cette décision, la consommation mensuelle limite autorisée est (en kilowatts-heure) pour les usages autres que le chauffage :

Nombre de personnes au foyer	Eclairage seulement	Eclairage et chauffe-bain	Eclairage et cuisine	Eclairage, chauffe-bain et cuisine
1 à 3 ...	64	119	182	245
4 ou 5 ...	80	154	238	322
6 ou 7 ...	84	189	294	399
8 ou 9 ...	98	224	350	476
10 ou 11 ...	112	259	406	553
12 ou plus.	126	294	462	630

ET^S ROGER MARCHAND

103 à 109, RUE OLIVIER-DE-SERRES - PARIS-XV^e

Téléphone : VAUGIRARD 21-80 — R. C. SEINE 446.755



Appareils de Chauffage Electrique

SEM

MARQUE DEPOSEE 213349

Radiateurs paraboliques — Bouilloires
Chauffe-lit à accumulation

**CHAUFFAGE
ÉLECTRIQUE**

Voilectro

CLIN ET C^{IE}

USINE A CHARTRES

56, rue de Reverdij. Tél. 13-02.

DEPOT A PARIS

14, avenue de la République

Tél. : Roq. 59-45.

RADIATEURS obscurs et paraboliques

BOUILLOIRES

CAFETIÈRES

CHAUFFE-LIT

CHAUFFE-PIEDS

TAPIS-CHAUFFANT

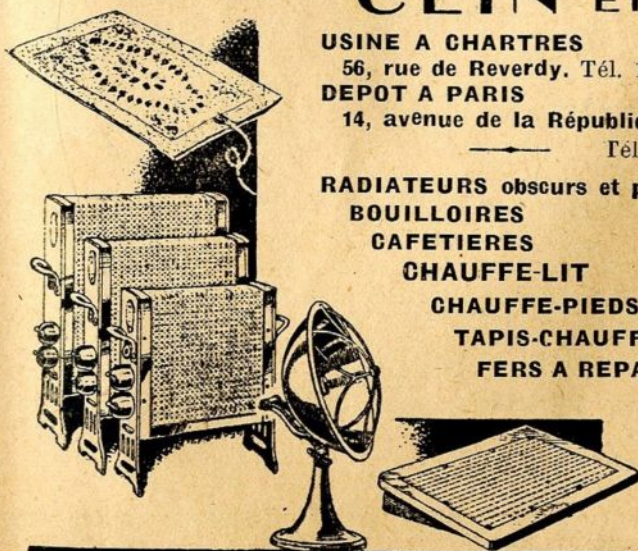
FERS A REPASSER

CUISINIÈRES

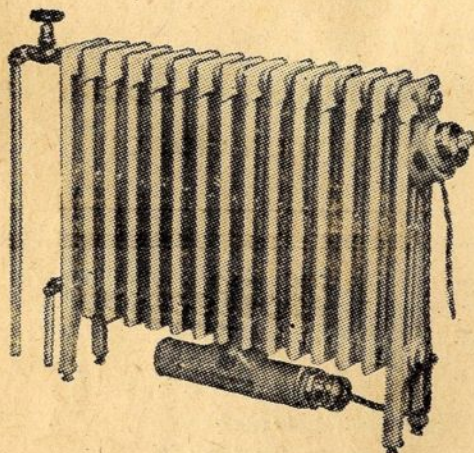
RÉCHAUDS

GRILLE-VIANDE

R. C. Chartres 479



LE CHAUFFAGE CENTRAL PAR L'ELECTRICITE AVEC L'ELECTRO-VAPEUR



HYGIENIQUE
et ECONOMIQUE

SUPPRIME
CHAUDIERE et
CANALISATIONS
dans les
installations nouvelles

Radiateur en
fonte du type
« Néo-Classic »
Corps de chauffe
électrique
donnant de la vapeur
à très basse pression.

Trois allures
de chauffe.

L'ELECTRO-VAPEUR MIXTE s'intercale dans une installation de chauffage central existante à EAU CHAUDE ou à VAPEUR BASSE PRESSION.

Pour isoler le radiateur équipé avec la petite chaudière électrique : fermer une vanne et c'est tout.

L'ELECTRO-VAPEUR

Usine et ateliers :

141 ter, rue Saussure
PARIS (17^e)

Tél. CAR 07-17, 07-18

Magasin de vente :

92, avenue des Ternes
PARIS (17^e)

Tél. ETO 42-70

Première partie

Généralités sur le Chauffage et l'Electricité

CHAPITRE PREMIER

LE CHAUFFAGE

De tous temps, à l'approche du froid, l'homme a cherché à augmenter la température de son habitation : caverne, hutte ou maison.

Pendant des siècles, il n'a eu à sa disposition qu'un seul moyen : mettre le feu à des matières combustibles à l'air libre.

Depuis la fin du siècle dernier, les moyens de se chauffer sont devenus très variés et de plus en plus perfectionnés : poêles à bois et à charbon, poêles à combustion lente et à feu continu, chauffage à l'air chaud, chauffage au gaz, chauffage central, chauffage à l'électricité, etc...

Notre intention n'est pas, dans cette première partie, de faire une revue détaillée de tous ces modes de chauffage, ni de clore une polémique sur les avantages du chauffage au gaz par rapport au chauffage à l'électricité, mais de faire ressortir les différences existant entre ce dernier et les autres.

A. — DIFFERENTS MODES DE CHAUFFAGE

Dans les premiers âges et jusqu'à une époque relativement récente, le feu de bois était le seul connu des hommes. Le rendement d'un tel moyen de se chauffer était désastreux lorsque ce feu était en plein air ou dans une cheminée évacuant, en plus de la fumée, un grand nombre de calories.

La perte de chaleur devint moindre avec l'apparition des poêles à bois ou à charbon. En effet, les radiations calorifiques émises par les parties métalliques du poêle ou de la tuyauterie d'évacuation des fumées sont beaucoup plus fortes que celles emportées dans la cheminée. Avec les perfectionnements obtenus dans les poêles à feu continu et à combustion lente, du genre « Salamandre », le rendement est devenu meilleur encore. Il n'en reste pas moins que ce rendement est inférieur à celui que

l'on obtient avec des modes de chauffage à foyer central et à grande puissance :

- chauffage central d'appartement ;
- chauffage central d'immeuble ;
- chauffage central d'un groupe d'immeubles ;
- chauffage central urbain.

Il tombe sous le sens que plus le foyer est puissant, meilleur est le rendement de l'installation, par suite d'une utilisation plus rationnelle du combustible en grande quantité dans des foyers perfectionnés à tirage forcé produisant une combustion plus complète.

L'économie réalisée est plus grande à cause de la diminution des opérations de manutention, de l'utilisation de charbons moins chers, etc...

Dans les grandes installations, le chauffage central urbain, par exemple, qui dessert tous les immeubles d'un quartier, la diminution de rendement par perte de chaleur dans les tuyauteries de grande longueur est supprimée par l'emploi d'un calorifugeage approprié.

Les foyers de chauffage central peuvent aussi être alimentés par du mazout ou par gazogène à charbon de bois. Le premier moyen procurait une économie sensible. Le second est imposé par le manque de combustible liquide et par le manque de charbon.

Les moyens de chauffage primitifs permettaient de faire rayonner la chaleur à quelques mètres. Le chauffage central d'immeuble permet un transport de chaleur à quelques dizaines de mètres. Le chauffage central urbain a un réseau de distribution de plusieurs centaines de mètres ou de quelques kilomètres. Mais l'électricité permet de faire beaucoup mieux en transportant de la chaleur à des centaines de kilomètres du lieu de production de l'énergie.

B. — LE CHAUFFAGE ELECTRIQUE

Ses avantages

Un « chauffage central » par excellence, c'est bien le chauffage électrique. Pour une infinité d'appareils de chauffage, une seule source « centrale » d'énergie électrique : la Centrale Thermique ou la Centrale Hydraulique, suivant des dénominations devenues courantes.

La Centrale Thermique est l'Usine de production d'électricité qui utilise la chaleur dégagée par un combustible quelconque (charbon en morceaux, charbon pulvérisé, mazout, ordures ménagères, etc.) pour produire dans des chaudières de la vapeur,

qui, elle-même, actionne des groupes turbo-alternateurs produisant le courant électrique.

La Centrale Hydraulique est l'Usine équipée avec des turbines actionnées par une chute d'eau. Ces turbines entraînent des générateurs d'énergie électrique.

Le courant produit par les unes et les autres de ces Usines Centrales est distribué dans tout le pays à des tensions élevées, réduites à des voltages plus faibles aux points d'utilisation. Il est employé pour la force motrice, pour l'éclairage et, actuellement, très peu pour le chauffage.

Le chauffage électrique présente pourtant toutes sortes d'avantages :

- 1° La facilité : avoir un radiateur électrique chez soi équivaut à avoir jour et nuit le livreur de charbon à sa porte ;
- 2° La simplicité : une prise de courant à brancher et c'est tout ;
- 3° La propreté : plus de foyers à remplir de charbon ;
- 4° L'indépendance : possibilité de chauffer à partir de l'époque qui vous convient, suivant la baisse de température extérieure ; éventuellement, arrêt et remise en marche instantanées ;
- 5° La souplesse : réglage de la température par la mise en service ou l'arrêt d'un ou plusieurs radiateurs, d'une ou plusieurs résistances dans les radiateurs à deux ou trois allures.

Le confort que procure le chauffage électrique ne peut plus se discuter. Son prix de revient n'est pas excessif en faisant un choix des appareils comme il est indiqué plus loin.

Mode de construction des appareils

Lorsqu'un courant électrique parcourt un conducteur ou fil métallique offrant une certaine résistance au passage de ce courant, ce conducteur s'échauffe d'autant plus que cette résistance est plus forte.

La quantité de chaleur dégagée est aussi d'autant plus grande que l'intensité du courant est plus élevée.

Enfin, la résistance d'un fil métallique varie suivant la nature de ce fil. Plus la résistivité du métal est grande, plus la résistance électrique du fil l'est aussi, à égalité de section.

Ces notions sont d'ailleurs précisées au chapitre II. Leur énoncé était nécessaire pour étudier la construction d'un appareil de chauffage.

De même, la connaissance des propriétés de quelques métaux ou alliages suivant les indications du tableau 1 :

TABLEAU 1

Métaux ou alliages	Température de fusion en degrés C	Résistivité en microhm/cm par cm ²
Aluminium	658	2,9
Cuivre	1.084	1,6
Fer	1.530	14,0
Ferro-Nickel	1.450	78,3
Nickel	1.430	12,0
Nickel-Chrome	1.400	108,0

Pour constituer un conducteur destiné à transporter le courant électrique à distance, on choisit évidemment un métal dont la résistivité est faible, tel que le cuivre ou l'aluminium, c'est-à-dire un métal qui s'échauffe le moins possible, en offrant une faible résistance au courant. De cette façon, les pertes par dégagement de chaleur sont faibles.

Au contraire, pour construire un appareil de chauffage, il faudra choisir des fils constitués avec des métaux dont la résistivité est grande, tels que le chrome, le nickel, ou bien un alliage tel que le nickel-chrome comprenant 80 % de nickel et 20 % de chrome.

Ces métaux ou alliages présentent aussi l'avantage d'avoir un point de fusion élevé (voir tableau n° 1) ce qui leur permet de supporter une forte température (1.000 degrés C. pour le nickel-chrome) sans subir d'oxydation ou de transformation chimique. De la sorte, les fils constituant les résistances chauffantes ne subissent pas de désagrégation et durent longtemps. Leur longueur et leur section sont calculées de manière à obtenir l'échauffement maximum désiré et à limiter cependant l'intensité du courant qui les parcourt.

Les résistances de chauffage sont montées sur des supports isolants, ou dans des enveloppes isolantes bonnes conductrices de la chaleur, ou de toutes autres manières suivant les constructeurs.

Différents modes de chauffage électrique

On peut distinguer le chauffage direct et le chauffage différé.

Le chauffage direct est réalisé à l'aide de radiateurs que nous avons qualifiés de radiateurs ordinaires, et qui sont décrits dans la deuxième partie de l'ouvrage.

Ce sont d'ailleurs ceux qui sont le plus couramment employés. Ils sont simplement constitués par des résistances lumineuses ou obscures. Ils commencent à chauffer dès leur mise en service et cessent immédiatement de le faire lorsqu'ils sont mis hors

circuit. Ils ne comportent pas de système d'accumulation de chaleur, c'est-à-dire que la chaleur qu'ils produisent se répand directement dans l'espace qui les environne.

Leur utilisation est intéressante dans deux cas :

— emploi d'une façon continue, lorsque le courant est au même tarif de jour et de nuit (par exemple au prix de la troisième tranche du tarif mixte) ;

— emploi d'une façon discontinue, en évitant de les utiliser le jour, ou pendant les heures de pointe seulement, suivant le tarif appliqué.

Ils peuvent aussi servir pour un chauffage local, un chauffage de demi-saison ou un chauffage de secours.

Le chauffage différé est obtenu avec des radiateurs à semi-accumulation ou avec des poêles à accumulation. Le principe de ces appareils est le suivant : les résistances chauffantes sont enfermées dans des matières capables d'emmagasiner la chaleur et de la restituer lentement pendant plusieurs heures. Ils sont décrits dans la troisième partie de l'ouvrage.

Le chauffage différé permet d'avoir un chauffage continu, tout en n'utilisant que le courant de nuit ou hors-pointe.

C. — ETUDE COMPARATIVE

Pour faire cette étude, il est d'abord nécessaire de préciser les notions d'énergie et de rendement.

Différentes formes de l'énergie

D'une façon simple, on peut dire que l'énergie est un travail en puissance, ou bien un ensemble de forces asservies qui, libérées, peuvent produire un travail.

Pour faire comprendre cette définition, citons quelques exemples :

Un poids suspendu à un fil a une certaine énergie. Libéré progressivement, il peut entraîner le mécanisme d'une horloge (énergie mécanique).

Une masse d'eau, contenue dans un lac à haute altitude, aboutissant à une chute d'eau, peut permettre d'entraîner des turbines (énergie hydraulique).

Une masse de charbon peut brûler et dégager de la chaleur. Elle contient une certaine quantité d'énergie chimique qui se transforme en énergie thermique au moment de la combustion.

Cette énergie thermique peut elle-même être transformée en énergie mécanique par l'intermédiaire d'une chaudière et d'une machine à vapeur. L'énergie mécanique produite par cette dernière peut être transformée en énergie électrique par une machine génératrice d'électricité.

Dans le cas qui nous occupe, cette énergie électrique est transformée en chaleur par le radiateur électrique.

Principe de la conservation de l'énergie

Ce principe, qu'il est nécessaire de connaître pour la suite de cet exposé, peut s'énoncer de trois façons :

Scientifiquement : L'énergie totale d'un système, qui est la somme des énergies potentielle et cinétique des différents points du système, est une quantité qui ne peut être accrue ni diminuée par aucune action mutuelle entre les corps qui composent le système.

Pratiquement : L'énergie totale d'un point d'un système est constante, à condition, bien entendu, qu'aucune cause extérieure ne vienne modifier ce système.

Communément : L'énergie ne peut se perdre. Elle se conserve. Si elle se transforme, on doit obtenir une énergie équivalente sous une autre forme.

Reprenons l'exemple précédent pour illustrer ce principe : transformation de l'énergie chimique contenue dans le charbon pour obtenir de l'énergie électrique à l'aide d'une chaudière, d'une machine à vapeur et d'une génératrice, qui libèrent successivement l'énergie d'une certaine forme pour la transformer en une autre.

Le résultat final obtenu, on doit avoir :

Energie chimique contenue dans le charbon et libérée par la combustion = équivalente à la somme des énergies suivantes :

1° Energie électrique finalement obtenue ;

2° Pertes d'énergie, qui sont :

- énergie thermique perdue dans la chaudière, dans les tuyauteries de vapeur et dans la machine à vapeur,
- énergie mécanique ou thermique représentant les pertes dans la machine à vapeur et dans la génératrice,
- énergie électrique perdue dans la génératrice et inversement proportionnelle au rendement de cette machine.

Rendement

Le rendement du système est le rapport entre l'énergie électrique obtenue et l'énergie chimique employée. Il est d'autant plus grand que les pertes sont plus faibles.

Sous une autre forme, le rendement est le pourcentage de ce qui est obtenu, par rapport à ce qui est consommé.

Par exemple, si un alternateur produisant 20.000 kilowatt-heure d'électricité consomme en énergie mécanique l'équivalent de 21.000 kilowatt-heure, son rendement sera de 95 % (environ), c'est-à-dire « rendra » 95 % de l'énergie qui lui sera fournie.

Comparaison

Pour simplifier, considérons que le chauffage doit être obtenu en partant de la combustion du charbon.



Il n'est plus à démontrer qu'en utilisant ce charbon dans la chaudière de chauffage central d'un immeuble, l'économie est plus grande, donc le rendement meilleur, qu'en employant pour chauffer les différents appartements, soit le chauffage central individuel, soit des poêles dans chaque pièce. Nous en avons donné les raisons au paragraphe A. D'autre part, le développement du chauffage central par immeuble en est la preuve.

Comparons donc ce mode de chauffage au chauffage électrique.

Dans les chaudières d'une Centrale Thermique de production d'énergie électrique, le rendement est nettement supérieur à celui que l'on obtient dans une chaudière de chauffage central d'immeuble. Les pertes de chaleur dans les canalisations de vapeur sont très faibles. Les rendements des turbo-alternateurs modernes de grande puissance sont très élevés. Les lignes d'amenée de courant jusqu'à l'immeuble sont calculées largement pour que les chutes de tension soient faibles et les pertes par échauffement négligeables.

Dans l'ensemble, il ressort de cet exposé, sans rentrer dans des calculs vraiment trop longs qui sortiraient du cadre et du genre de ce livre, qu'à égalité de quantité de chaleur obtenue, le « prix de revient » est plus faible avec le chauffage électrique qu'avec le chauffage central, s'il est fait abstraction du coût des installations et, par conséquent, de leur amortissement.

En ce qui concerne le chauffage central, l'importance des installations est connue de tous : chaudière, canalisations, radiateurs, etc...

Pour le chauffage électrique, les installations dont nous voulons parler ne comprennent pas seulement les installations intérieures à un appartement, mais les canalisations de distributions, les postes de transformation, les Centrales électriques, etc...

Il est à remarquer qu'une partie des dépenses est amortie par l'utilisation de l'électricité pour d'autres usages que le chauffage : force motrice, éclairage.

Avec les Centrales Hydrauliques, lorsque l'amortissement des installations sera obtenu, le prix du courant ne sera plus conditionné que par l'entretien des lignes et des machines, la force motrice elle-même produite par les chutes d'eau, la « houille blanche », ne coûtant rien, en principe.

Mais, sans aller jusque-là, il apparaît que, même en tenant compte de l'amortissement des installations de toutes sortes, le chauffage électrique ne doit pas « techniquement » revenir plus cher que le chauffage central à vapeur ou à circulation d'eau.

Il doit revenir moins cher, par suite du développement de l'emploi des ressources hydro-électriques de la France, en utilisant les nombreuses chutes d'eau qu'il est encore possible d'aménager.



CHAPITRE II

L'ELECTRICITE

Notre ambition n'est pas de faire un cours d'électricité en quelques lignes, mais de rappeler d'une façon aussi simple que possible les notions indispensables qui se rapportent au chauffage électrique.

A. — RAPPEL DE QUELQUES CONNAISSANCES

Lorsqu'un courant électrique parcourt un conducteur, c'est-à-dire un fil métallique ayant une certaine section et une certaine résistivité, il est utile de connaître les caractéristiques suivantes :

V = différence de potentiel existant entre les extrémités du conducteur, ou « tension du courant », ou encore improprement « voltage » — Unité : un VOLT.

Analogie hydraulique : différence de niveau entre les liquides contenus dans deux récipients placés à des niveaux différents et communiquant par un tuyau fermé par un robinet.

I = intensité du courant, ou « ampérage », suivant une désignation passée dans le langage courant — Unité : un AMPERE.

Analogie précédente : débit du courant d'eau qui passe dans le tuyau, lorsqu'on ouvre le robinet.

W = puissance du courant, appelée communément « wattage », qui représente l'énergie électrique consommée pendant l'unité de temps — Unité : un WATT.

Analogie précédente : puissance du courant d'eau dans le tuyau qui est d'autant plus grande que la différence de niveau est plus forte et que le débit est plus grand.

R = résistance du conducteur, ou résistance que ce conducteur oppose au passage du courant — Unité : un OHM.

Analogie précédente : résistance que le tuyau oppose au passage de l'eau.

r = résistivité du conducteur, ou qualité qui caractérise ce conducteur relativement à sa plus ou moins bonne conductibilité du courant électrique — Unité : un OHM-CENTIMETRE par CM².

Analogie thermique : plus ou moins bonne conductibilité des métaux pour la chaleur.

S = section du conducteur, ou surface de la coupe transversale faite perpendiculairement à l'axe du conducteur — Unité : un CENTIMETRE CARRE.

L = longueur du conducteur — Unité : un CENTIMETRE.

Q = quantité de chaleur dégagée par le conducteur — Unité : une CALORIE.

Valeur de la résistance

$$R = r \times \frac{L}{S}$$

La résistance électrique d'un conducteur est d'autant plus grande que :

- la résistivité r du conducteur est plus grande ;
- la longueur L du conducteur est plus grande ;
- la section S du conducteur est plus faible.

La valeur de la résistivité de quelques métaux est indiquée dans le tableau 1.

(Nous négligeons de parler de la variation de résistance avec la température.)

Loi de Joule

$$Q = A R I^2 t$$

Un conducteur parcouru par un courant électrique s'échauffe. La quantité de chaleur dégagée est d'autant plus grande que :

- la résistance R du conducteur est plus grande ;
- l'intensité I du courant est plus forte (variation comme le carré ou deuxième puissance de cette intensité) ;
- le temps t est plus long.

Le coefficient de proportionnalité A dépend des unités choisies.

Loi d'Ohm

$$V = R \times I$$

L'intensité I du courant électrique parcourant un conducteur de résistance R est proportionnelle à la différence de potentiel ou voltage V appliqué aux extrémités de ce conducteur.

Puissance

$$W = V \times I$$

La puissance du courant est d'autant plus grande que :

- la tension V est plus forte ;
- l'intensité I du courant est plus grande.

Analogie hydraulique : la puissance d'un courant d'eau P est le produit de la hauteur de chute H en mètres par le débit Q en litres ($P = H \times Q$).

La puissance électrique mise en jeu pour échauffer un conducteur pendant l'unité de temps (une seconde) est représentée par :

$$W = (R \times I) \times I = R I^2$$

Cette relation est obtenue en substituant la valeur $(R \times I)$ à la valeur (V) dans la formule $W = V \times I$.

Pendant un temps d'une durée t secondes, la puissance consommée sera :

$$W = R I^2 t$$

c'est-à-dire proportionnelle à :

- 1° la résistance R du conducteur ;
- 2° la puissance deuxième de l'intensité du courant (I^2);
- 3° la durée t en secondes.

Le lecteur remarquera l'analogie, au choix des unités près, des formules :

$$Q = A R I^2 t \quad \text{et} \quad W = R I^2 t$$

Ce rapprochement fait ressortir l'équivalence de la chaleur et du travail.

Équivalence de la chaleur et du travail

Le rapport constant qui existe entre le travail dépensé et la chaleur produite s'appelle « équivalent mécanique de la chaleur ».

Les expériences du physicien Joule ont montré qu'une calorie équivalait à 426 kilogrammètres, ou bien à 4.179 watts-heure.

Quelques exemples

Des exemples d'application des différentes formules précédentes les feront mieux comprendre :

- a — Résistance d'un conducteur constitué par un fil de nickel-chrome dont la résistivité r est de 108 microhms/centimètres par centimètre carré (tableau 1), soit 0,000108 ohm/centimètre par cm^2 , sa longueur L étant de 10 m. 40 soit 1.040 centimètres et sa section S étant de 0,00204 cm^2 (fil de 0,51 mm. de diamètre)

$$R = r \times \frac{L}{S} = 0,000108 \times \frac{1.040}{0,00204} = 55 \text{ ohms.}$$

- b — Quantité de chaleur dégagée par le conducteur précédent de résistance $R = 55$ ohms, pendant une heure, s'il est parcouru par un courant d'intensité $I = 2$ ampères.

$A =$ coefficient de proportionnalité est égal à 0,00024 si les unités choisies sont les suivantes :

$$R = 55 \text{ ohms} \quad I = 2 \text{ ampères} \quad t = 3.600 \text{ secondes.}$$

$$I^2 = I \text{ au carré} = 2 \times 2 = 4.$$

$Q =$ quantité de chaleur dégagée, s'obtient alors en calories.

$$Q = A R I^2 t = 0,00024 \times 55 \times 4 \times 3.600 = 190 \text{ calories.}$$

(Pour simplifier, nous désignons par « calorie » comme il est d'usage la « grande calorie » qui vaut 1.000 petites calories.)

- c — Dans l'exemple précédent, si nous conservons les mêmes

unités, la puissance consommée est donnée en « Joules » par la formule :

$W = R I^2 t = 55 \times 4 \times 3.600 = 792.000$ joules pendant une heure.

L'unité pratique de puissance en électricité, le Watt, équivaut au « joule-seconde ».

Le watt-heure est donc égal à 1 watt \times 3.600 secondes, soit 3.600 joules.

Dans notre exemple, la puissance mise en jeu, évaluée en watt-heure, est par suite de 792.000 joules, divisés par 3.600, soit 220 watts-heure ou 0,22 kilowatt-heure.

- d — Recherchons maintenant à quelle différence de potentiel ou tension V doit être soumis le conducteur de résistance $R = 55$ ohms pour qu'il soit parcouru par un courant dont l'intensité $I = 2$ ampères :

$$V = R \times I = 55 \times 2 = 110 \text{ volts.}$$

- e — La puissance du courant qui parcourt ce conducteur est :

$$W = V \times I = 110 \times 2 = 220 \text{ watts.}$$

Pendant une heure, la consommation de courant sera de 220 watts-heure, d'où une vérification du résultat de l'exemple (c).

Remarque importante. — Tout ce qui précède est vrai pour le courant continu et pour le courant alternatif monophasé lorsque le facteur de puissance F est égal à 1, ce qui est d'ailleurs le cas pour le chauffage électrique.

Pour le courant alternatif triphasé, avec des facteurs de puissance inférieurs à 1, une partie des formules indiquées n'est plus exacte.

Nous ne citerons qu'une seule formule à titre indicatif : En courant triphasé, montage étoile, distribution par quatre fils, la puissance est donnée par :

$$W = I \times 3 \times V \times F.$$

Pour un petit moteur, le facteur de puissance peut descendre à $F = 0,8$. Les Compagnies de distribution d'électricité s'efforcent de maintenir le facteur de puissance de l'ensemble du réseau aussi voisin que possible de $F = 1$.

B. — RENSEIGNEMENTS PRATIQUES

Pour éviter au lecteur de rechercher dans des formulaires ou dans des ouvrages de bibliothèque des renseignements divers relatifs au chauffage électrique ou à l'électricité en général, nous avons jugé utile de les grouper dans ce paragraphe :

Unité de résistance : l'ohm.

1 ohm = 1.000.000 de microhms.

1 mégohm = 1.000.000 d'ohms.

Unité de force : la dyne, qui est la force agissant sur un gramme-masse en lui communiquant une accélération d'un centimètre par seconde.

1 gramme-poids = 981 dynes.

Unité de travail : l'erg, qui est le travail accompli par une dyne dont le poids d'application se déplace d'un centimètre

Unité usuelle de travail : le kilogrammètre (Kgm).

1 kilogrammètre = 98.100.000 ergs = 9,81 joules.

1 joule = 10.000.000 ergs.

1 watt = 1 joule-seconde = 0,012 kgm-seconde.

1 kgm-seconde = 9,81 watts.

1 cheval-vapeur = 75 kgm-seconde = $75 \times 9,81 = 736$ watts.

1 watt-heure = 3.600 joules = 367, 2 kgm.

1 calorie-gramme = 1 petite calorie = 41.800.000ergs = 0.426 kgm.

1 grande calorie = 1.000 petites calories = 426 kgm = 4.179 watts-heure.

1 watt = 0,000239 grandes calories par seconde.

1 kilowatt (kw) = 10 hectowatts (hw) = 1.000 watts.

1 kw = 0,239 grandes calories par seconde.

1 kilowatt-heure (kwh) = $0,239 \times 3.600$ secondes = 861 grandes calories.

L'intensité en ampères, indiquée dans le tableau 2, pour les différentes puissances en kw de la première colonne, résulte des formules :

$1.000 \times kw = V \times I$ en courant continu.

$1.000 \times kw = V \times I \times F$ en courant alternatif monophasé, F étant le facteur de puissance.

TABLEAU 2

kw	Courant continu		Courant monophasé F = 1		Courant monophasé F = 0,8	
	115 v	220 v	115 v	220 v	115 v	220 v
1	8,7	4,6	8,7	4,6	7,0	3,7
1,5....	13,0	6,8	13,0	6,8	10,4	5,5
2	17,4	9,1	17,4	9,1	13,9	7,3
3	26,1	13,6	26,1	13,6	20,9	10,9
4	34,8	18,2	34,8	18,2	27,8	14,6
5	43,5	22,8	43,5	22,8	34,8	18,3
6	52,2	27,2	52,2	27,2	41,8	21,8

La puissance en kilowatts correspondant à une intensité I en ampères, pour du courant continu ou du courant monophasé (F = 1), est indiquée dans le tableau 3.

TABLEAU 3

I en amp. :	1	2	3	5	10	20	30
115 volts....	0,115	0,23	0,35	0,58	1,15	2,30	3,45
220 volts....	0,220	0,44	0,66	1,10	2,20	4,40	6,60



Densité de courant

La densité de courant admissible varie de 8,8 à 3,7 ampères par millimètre carré de section, pour les conducteurs isolés dont la section varie de 1,13 à 17,8 millimètres carrés, l'échauffement au-dessus de la température ambiante ne devant pas dépasser 30 degrés C.

Il en résulte que la constitution et la section des conducteurs isolés à employer sont celles indiquées dans le tableau 4, extrait de la publication n° C 11 de l'Union Technique des Syndicats de l'Electricité (U. S. E.), dans lequel :

- C = nombre de fils et leur diamètre en millimètres ;
- S = section totale en millimètres carrés ;
- A = ampères totaux maxima à ne pas dépasser ;
- T = température ambiante maximum existant dans le lieu où doit être installé le conducteur.

TABEAU 4

C	S	A	
		T = 30° C	T = 40° C
1 × 12/10	1,13	10,0	8,5
1 × 15/10	2,01	14,0	12,0
1 × 20/10	3,14	18,5	16,5
1 × 25/10	4,91	25,0	22,5
1 × 30/10	7,07	32,5	29,0
1 × 34/10	9,08	39,5	34,5
7 × 9/10	4,45	23,5	21,0
7 × 10/10	5,50	27,0	24,5
7 × 12/10	7,92	35,5	31,5
7 × 14/10	10,80	45,5	39,0
7 × 16/10	14,10	55,5	45,0
7 × 18/10	17,80	66,0	52,0

Consommation d'un appareil

Si la consommation d'un appareil, un radiateur électrique par exemple, n'est pas indiquée, ou bien si l'utilisateur désire vérifier cette consommation, la mesure peut être faite de la façon suivante :

- 1° Compter le nombre de tours de disque du compteur électrique pendant une minute, lorsque l'appareil est seul en service dans le circuit intérieur. Par exemple : 18 tours.
 - 2° Lire sur le compteur l'équivalence d'un tour de disque. Par exemple : un tour de disque = 0,417 watt-heure.
 - 3° Faire le produit des deux, en multipliant par 60 minutes.
- La consommation en une heure sera, dans l'exemple choisi :
 $W = 18 \times 0,417 \times 60 = 450$ watts/heure.

Deuxième partie

Chauffage des locaux par radiateurs électriques ordinaires

CHAPITRE PREMIER

DIFFERENTS TYPES DE RADIATEURS ORDINAIRES

Nous donnons pour chaque type de radiateur une description générale qui ne vise pas un modèle particulier. Il est évident que les Constructeurs s'efforcent d'apporter dans leurs fabrications des améliorations résultant du choix des matériaux, de la disposition des résistances, de leur montage sur les isolants, etc. Pour un type donné d'appareil, seules les notices des fabricants peuvent faire pencher le choix de l'utilisateur pour un modèle plutôt que pour un autre. Il peut aussi tenir compte de l'esthétique des appareils.

Notre but est seulement de guider le choix du « type » et non le choix de la « marque ».

Ce choix doit, de plus, se porter de préférence sur les radiateurs munis de la Marque de Qualité U.S.E./AP-EL.

Ces appareils sont très faciles à reconnaître, car ils sont munis de l'estampille bien connue dont nous donnons une reproduction ci-contre (fig. 1).

La Marque de Qualité a pour but de certifier que le matériel qui en est régulièrement revêtu, remplit les conditions prescrites par les règlements en vigueur de l'Union Technique des Syndicats de l'Electricité. Elle fournit une garantie de qualité, de sécurité, de durée et d'aptitude à l'emploi.



Fig. 1

A. — CATEGORIES PRINCIPALES

Les différents types de radiateurs ordinaires peuvent se classer dans deux catégories principales : radiateurs lumineux et radiateurs obscurs.



La différence essentielle entre les deux réside dans le calcul des résistances. Dans les premiers, l'intensité qui traverse les résistances est telle que celles-ci sont portées à une température voisine de 800 degrés C, c'est-à-dire qu'elles deviennent rouges et lumineuses, d'où le nom de ces appareils. Dans les radiateurs obscurs, la température des résistances ne dépasse pas 500 degrés C. Elles restent obscures.

Il apparaît que ces derniers présentent certains avantages sur les radiateurs lumineux : leurs résistances étant à une température plus faible ont une durée plus longue ; l'air qu'ils chauffent n'est pas porté à une trop forte température, ce qui évite les remous violents et la combustion des poussières ; enfin, ils n'ont pas besoin d'être éloignés des tapis ou des tentures.

Par contre, les radiateurs lumineux permettent d'augmenter beaucoup plus rapidement la température de l'air dans une partie seulement d'un local, par exemple la partie d'une pièce où doit se tenir une personne. De plus, ils ont un effet psychologique : en nous rappelant le feu de bois, ils donnent une impression plus forte de chaleur.

Nous décrirons d'abord les radiateurs lumineux : radiateurs à lampes, radiateurs paraboliques, cheminées lumineuses. Ensuite, ceux de la deuxième catégorie : radiateurs obscurs ordinaires et radiateurs obscurs à circulation d'air.

B. — RADIATEURS A LAMPES

Les fabricants de lampes électriques destinées à l'éclairage s'efforcent de leur donner le meilleur rendement possible, c'est-à-dire de leur faire produire beaucoup de lumière et peu de chaleur.

Or, il existe un type de lampes, les lampes à filament de carbone, qui ne servent presque plus pour l'éclairage parce qu'elles produisent une forte proportion de chaleur. Elles sont utilisées pour le chauffage dans des « radiateurs à lampes » où elles sont disposées les unes à côté des autres sur une rampe, en avant d'un réflecteur métallique.

La lumière qu'elles produisent représente une perte d'énergie calorifique. Pour cette raison les radiateurs à lampes sont de moins en moins utilisés.

C. — RADIATEURS PARABOLIQUES

Ce type de radiateurs est constitué par un réflecteur de forme parabolique (d'où son nom) monté sur un pied-support et portant en son centre la bougie chauffante.

Le réflecteur parabolique, en cuivre poli ou nickelé, concentre

et réfléchit, dans une direction parallèle à l'axe de la bougie, les radiations caloriques.

La bougie en porcelaine réfractaire, visible sur la figure 2, reçoit, dans des gorges prévues à cet effet, la résistance chauffante ; cette résistance est boudinée pour présenter un faible volume malgré sa longueur et pour être ainsi concentrée au foyer de la parabole.

Le réflecteur est articulé sur un support pour pouvoir être orienté en hauteur. Une grille protectrice, placée autour de la bougie, comme sur la figure, ou en avant du réflecteur, permet d'éviter le contact avec la résistance, qui est brûlante et sous tension.



Fig. 2

Les bougies chauffantes se montent dans le corps du radiateur à l'aide de broches ou d'une douille à vis (du genre de celle des lampes électriques) servant à la fois de support et de contacts. Ces bougies peuvent donc se démonter aussi facilement qu'une lampe électrique, pour être réparées ou changées lorsqu'elles sont usées.

Les caractéristiques des radiateurs paraboliques sont :

Résistances portées à une température voisine de 800 degrés C ;

Puissances les plus courantes : 300, 400, 500, 600 watts ;

Puissance maximum : 1.000 watts ;

Une seule allure de chauffe ;

Prix de vente : de l'ordre de 150 francs pour les modèles 300-500 watts.

Parmi les radiateurs paraboliques, on peut classer les radiateurs cylindro-paraboliques, du nom de leur réflecteur qui a cette forme. Leur description diffère seulement en ceci que la bougie chauffante est plus longue et qu'elle est montée parallèlement au réflecteur. La puissance de ces radiateurs varie de 1.000 à 3.000 watts.

D. — CHEMINÉES LUMINEUSES

Ces radiateurs sont construits avec des résistances lumineuses seulement, ou avec ces dernières et des résistances obscures ; leur forme est telle qu'ils puissent se placer devant une cheminée dans une cheminée ou en tout autre endroit d'une pièce.

Les résistances lumineuses sont montées sur des bougies comme dans les réflecteurs cylindro-paraboliques ou sur des barreaux isolants, ou bien sur des plaques de matières isolantes moulées comme dans la cheminée lumineuse de la figure 3.

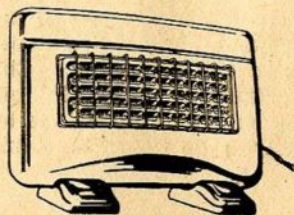


Fig. 3

Cliché Als-thom.

Le corps est en tôle emboutie ou en fonte. Dans certaines cheminées lumineuses un réflecteur renvoie la chaleur vers l'avant. Dans d'autres, des dispositions spéciales tendent à donner l'impression d'un feu de bois ou de charbon en imitant le flamboiement.

D'une façon générale, on peut dire que la conception de ces appareils concourt à obtenir l'effet psychologique dont nous avons déjà parlé.

Fuissance de ces cheminées : 1.000 à 2.000 watts.

Prix de vente variant de 200 à 400 francs.

E. — RADIATEURS OBSCURS ORDINAIRES

Nous allons décrire le type le plus courant des radiateurs électriques modernes : le radiateur obscur ordinaire.

Nous en avons déjà indiqué le principe essentiel : constitution du corps de chauffe avec des résistances dont la température ne dépasse pas 500 degrés centigrades, lorsqu'elles sont sous tension.

Il en résulte que ces résistances ne sont pas portées au rouge, et qu'elles n'ont pas besoin d'être montées sur des porcelaines réfractaires ou tout autre isolant résistant à des températures de l'ordre de 800 degrés, comme dans les radiateurs lumineux.

Les résistances des radiateurs obscurs sont donc supportées par des isolants ordinaires employés couramment ou par de l'amiante.

Elles doivent avoir une assez grande longueur et doivent être disposées de manière que le contact avec l'air soit le plus complet possible. Les constructeurs sont amenés à les replier sur elles-mêmes ou à les boudiner pour limiter les dimensions des appareils.

Dans les radiateurs à plusieurs allumages, c'est-à-dire ceux dans lesquels il est possible d'obtenir deux, trois et jusqu'à quatre allures de marche, les groupes de résistances sont reliés par des fils protégés par des perles isolantes aux interrupteurs commandant les différents allumages.

Dans certaines constructions, au lieu de fil résistant, on utilise des lames. Dans d'autres, le corps de chauffe est constitué par une toile résistante dont la trame est en fils d'amiante isolants et la chaîne en fils métalliques. Citons encore, parmi d'autres modes de construction, le procédé qui consiste à noyer le fil résistant dans une matière qui soit à la fois isolante, c'est-à-dire mauvaise conductrice de l'électricité, mais bonne conductrice de la chaleur.

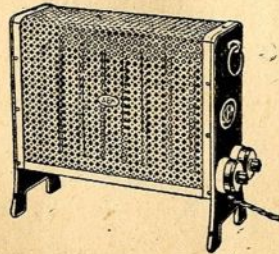


Fig. 4

Pour constituer le radiateur (fig. 4), l'ensemble que nous venons de décrire, le corps de chauffe, est monté sur des supports et placé à l'intérieur du bâti de l'appareil.

Pour l'ensemble des constructeurs, ce bâti se présente sous la forme d'une caisse métallique parallépipédique montée sur quatre pieds avec ou sans roulettes. Les différences, d'un constructeur à l'autre, proviennent d'un souci de simplification et

d'économie dans la fabrication, ou bien, au contraire, d'un souci de bonne présentation. Les plus simples sont en tôle pliée et soudée, avec des perforations pour laisser circuler l'air. La plupart sont constitués par une tôle ajourée, pliée et placée entre deux flasques métalliques plus ou moins décorées.

Dans les radiateurs obscurs, la chaleur étant transmise à l'air ambiant par convection, il est nécessaire que l'enveloppe protectrice du bâti soit le plus ajourée possible. Il suffit en somme qu'elle empêche qu'une partie du corps entre en contact avec les résistances sous tension, et qu'elle dissimule suffisamment le corps de chauffe, pour l'esthétique de l'ensemble.

Sur les deux petits côtés du bâti sont placés les interrupteurs ou commutateurs de commande des allumages, et quelquefois des poignées ou des anneaux.

L'ensemble est complété par une boîte à bornes, sur lesquelles se branche le conducteur souple de prise de courant.

Les radiateurs obscurs ordinaires sont construits pour des puissances allant de 500 watts à 4.000 watts. A partir de 1.000 watts, ils sont en général à plusieurs allumages qui permettent d'obtenir tout ou partie de leur puissance totale :

500/1.000 W — 500/1.000/1.500 W ou 750/1.500 W ;

500/1.000/1.500/2.000 W ou 1.000/2.000 W ;

1.000/2.000/3.000 W ou 1.500/3.000 W ;

2.000/4.000 W.

A titre indicatif, le prix de vente du modèle de 1.000 watts est de l'ordre de 400 à 500 francs, celui de 2.000 watts de l'ordre de 700 à 800 francs.

Nous parlerons rapidement, sans entrer dans leur description détaillée, des panneaux chauffants et des moulures chauffantes, qui sont des modèles particuliers de radiateurs obscurs. Ils sont étudiés pour être montés le long des murs, et se présentent, comme leurs noms l'indiquent, sous forme de panneaux ou de moulures. Ils ont l'avantage d'avoir une grande surface d'échange avec l'air. Certains panneaux chauffants portatifs ont la forme de paravents.

F. — RADIATEURS OBSCURS A CIRCULATION D'AIR

La description générale de ces appareils est la même que celle des précédents, avec une seule différence essentielle : les faces latérales sont constituées par des panneaux en tôle pleine, au lieu d'être ajourée

De cette façon, l'air échauffé à l'intérieur de l'appareil s'échappe à la partie supérieure et crée un appel d'air froid à la partie inférieure. La circulation d'air s'établit ainsi, et le brassage de l'air du local à chauffer peut se faire très rapidement.

Si l'appareil était construit pour laisser monter l'air chaud verticalement vers le plafond, le résultat serait moins bon, car le brassage serait moins parfait. Aussi dans le modèle de la figure 5, la partie supérieure est recourbée en forme de buse de façon à renvoyer l'air chaud vers l'avant.

La circulation d'air permet de maintenir à une basse température la partie inférieure de l'appareil qui peut être ainsi posé sur un tapis sans crainte de le brûler. Il peut de même être placé près d'une tenture ou près d'un meuble sans aucun risque.

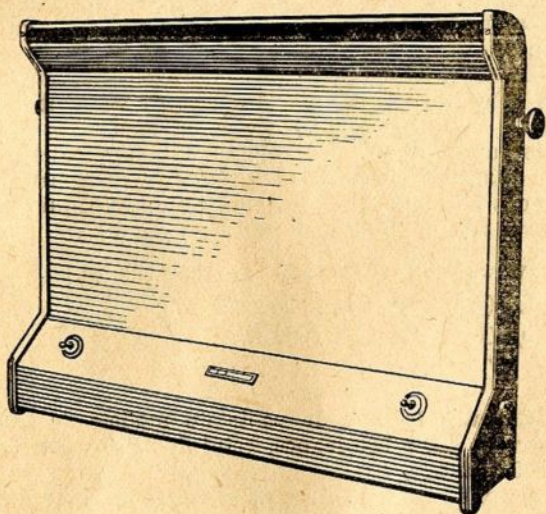


Fig. 5

Dés radiateurs du même type, dits « radiateurs à soufflage statique », équipent le paquebot « Normandie », au nombre de 435.

Leur prix est du même ordre que celui des radiateurs ordinaires.

Leur consommation est de 1.000 à 4.000 watts, suivant le modèle, et ils sont à deux allures : 500/1.000 watts, etc...

Un autre type de radiateur à circulation d'air est constitué par un ou plusieurs éléments identiques montés sur un bâti support. A l'intérieur de chaque élément, en fonte, se trouve le foyer électrique placé entre la paroi et un tube central. D'une part, la chaleur est transmise au corps en fonte qui se comporte, pour la diffuser, comme un radiateur de chauffage central. D'autre part, l'air est échauffé à l'intérieur du tube central et de

quatre autres petits tubes disposés dans les angles, qui constituent des cheminées d'appel.

Dans la partie supérieure de ces radiateurs (figure 6), il est

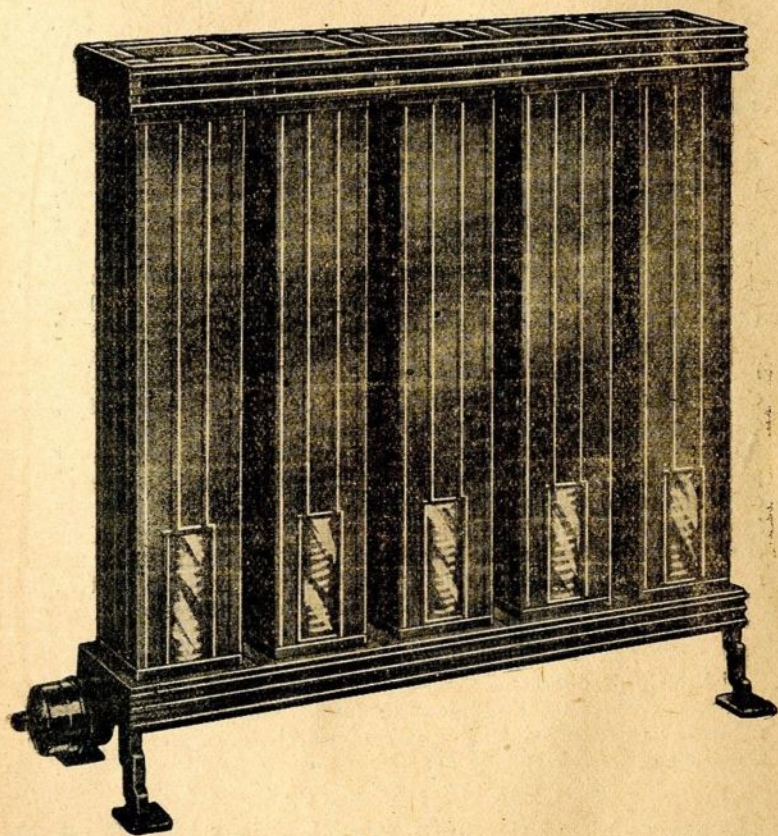


Fig. 6

possible de mettre un peu d'eau, pour humidifier l'air. Une petite cuvette est prévue pour cela.

Il existe aussi des radiateurs dans lesquels la circulation d'air est activée par de petits ventilateurs. Leur prix est sensiblement plus élevé.

CHAPITRE II

DETERMINATION DE LA PUISSANCE D'UNE INSTALLATION

A. — CALCUL THEORIQUE DE LA PUISSANCE

Nous donnons dans ce premier paragraphe la méthode théorique de calculer la puissance des radiateurs à installer dans une pièce ou un appartement. Elle est empirique pour deux raisons :

1° Nous admettrons qu'en général le renouvellement de l'air d'une pièce se produit en deux heures, ce qui n'est pas toujours exact ;

2° Nous utiliserons un coefficient de perte de chaleur par les parois qui est approximatif.

Elle est cependant moins empirique que la méthode pratique que nous indiquons dans le paragraphe suivant, et il a été vérifié qu'elle était exacte avec une approximation suffisante.

Pour amener un local à une température désirée, il faut que l'appareil de chauffage « compense » les pertes de chaleur, c'est-à-dire qu'il produise un nombre de calories égales à celles qui se perdent pour différentes raisons.

Examinons donc quelles sont les pertes de chaleur pour une pièce. Ce sont d'abord les pertes par ventilation, c'est-à-dire les calories emportées par l'air chaud qui passe à l'extérieur au fur et à mesure qu'il est remplacé par de l'air froid. Ce sont ensuite les pertes de chaleur à travers les parois, si la température au delà de ces parois est inférieure à celle de l'intérieur

Les unes et les autres peuvent être déterminées ainsi :

a) Pertes par ventilation :

Si le volume d'air qui s'échappé de la pièce est D , si la température maintenue à l'intérieur de la pièce est T , et si la température extérieure est t , la quantité de chaleur perdue pendant une heure sera le produit :

$$Q = 0,3 \times D \times (T - t).$$

Le résultat obtenu sera en calories si le volume D est en mètres cubes et les températures en degrés centigrades.

Or, il est généralement admis que l'air d'une pièce est renouvelé en deux heures. Si le volume de la pièce est C , on voit que le volume d'air perdu D est égal à la moitié de C .

Dans ces conditions, le nombre de calories perdues pendant une heure est donné par :

$$Q = 0,15 \times C \times (T - t).$$

Dans cette formule simplifiée, C est donc le volume de la

pièce en mètres cubes, et $(T - t)$ la différence des températures intérieure et extérieure.

Prenons le cas d'une pièce de $C = 40$ m³, lorsqu'il gèle à -5° et que la température désirée dans la pièce est de $+18^\circ$. La quantité de chaleur perdue par ventilation sera de :

$Q = 0,15 \times 40 \times (18 + 5) = 0,15 \times 40 \times 23 = 138$ calories
la différence $(T - t)$ étant bien dans ce cas de $18^\circ + 5^\circ$.

b) Pertes par les parois :

La quantité de chaleur perdue par les parois s'obtient aussi facilement en faisant le produit :

$$Q = K \times P \times E$$

formule dans laquelle P représente la surface de la paroi considérée en mètres carrés, E la différence de température entre les deux côtés de la paroi considérée, et K est un coefficient.

Certains ouvrages donnent des valeurs très diverses suivant la constitution des parois, leur épaisseur, etc. Nous avons cru nécessaire de simplifier en ne donnant que trois valeurs de ce coefficient, ce qui est largement suffisant dans la pratique :

$K = 1$, pour les plafonds et les planchers, ou toutes parois ne permettant que de faibles pertes de chaleur ;

$K = 2$, pour les murs ordinaires, cloisons, fenêtres à double vitrage, ou toutes parois permettant des pertes moyennes ;

$K = 5$, pour les fenêtres simples, verrières, vitrines, etc...

Dans l'exemple précédent, avec une différence de température de 23° , la perte de chaleur par une fenêtre simple de 4 mètres carrés de surface serait :

$$Q = K \times P \times E = 5 \times 4 \times 23 = 460 \text{ calories.}$$

Il est à remarquer, en passant, que les pertes de calories par la fenêtre sont bien supérieures aux pertes par ventilation.

On calcule, comme il vient d'être dit, toutes les pertes par les parois : mur en façade, cloisons, plancher, plafond, puis on les totalise avec les pertes par ventilation.

Pour les parois, trois remarques sont à faire :

— En calculant les pertes par le mur de façade, il ne faut pas omettre de retrancher de sa surface totale la surface de la fenêtre ;

— Si la température est la même de chaque côté d'une paroi, il est bien évident que la perte de chaleur à travers cette paroi est nulle ; on la néglige donc ;

— Lorsque la température à l'extérieur d'une paroi considérée est inconnue, on admet en général comme différence la température $E = 10^\circ$ C. Si la paroi sépare deux appartements, par exemple, et que la température désirée soit de 18° , cela revient à admettre qu'il n'y a que 8° dans l'appartement voisin.

Les pertes totales sont donc obtenues en calories. Nous avons indiqué au paragraphe B, chapitre II de la première partie.



qu'un kilowatt-heure équivalait à 861 calories. Les pertes ayant été évaluées pour une heure, il faudra comme puissance du radiateur à installer dans la pièce pour laquelle le calcul est fait, autant de fois un kilowatt qu'il y aura de fois 861 calories perdues.

Autrement dit, si la perte de chaleur totale est Q, la puissance de l'appareil de chauffage direct à prévoir sera :

$$P = \frac{Q}{861}$$

Admettons que dans la pièce déjà considérée, ayant 40 m³ de volume et une fenêtre de 4 m², les seules pertes soient celles calculées ; les pertes totales seront : 138 + 460 = 598 calories. La puissance du radiateur à installer sera :

$$P = \frac{598}{861} = 0,694 \text{ kw.}$$

On choisira un radiateur de 0,700 kilowatts (700 watts).

Nous ne voulons pas multiplier les exemples, mais il nous apparaît nécessaire de faire un calcul complet dans quelques cas particuliers :

Premier cas. — Une pièce a 4 mètres de longueur, 3 mètres de largeur en façade et 2 m. 70 de hauteur. Son volume est de 32,40 m³. La fenêtre à 1,70 × 1,80, soit environ 3 m².

La température extérieure est de - 10° et la température désirée à l'intérieur de + 18°.

On ignore la température en-dessus et en-dessous de la pièce. Dans une pièce voisine, qui n'est pas chauffée, séparée par la grande cloison de 4 mètres, la température est de + 5°.

Les éléments du calcul sont :

Surface de la fenêtre : 3 m², à déduire de la surface totale du mur en façade : 2,7 × 3 = 8,1 m². La surface du mur en façade dont il faut tenir compte est donc de : 8,1 - 3 = 5,1 m².

Surface du plancher ou du plafond : 3 × 4 = 12 m².

Température supposée au-dessus du plafond et en-dessous du plancher : 8°. Différence : 10°.

Différence de température avec l'extérieur : 10 + 18 = 28°.

Différence de température avec la pièce voisine : 18 - 5 = 13°.

Les pertes par ventilation sont :

$$0,15 \times 32,4 \times 28 = 136,08$$

Les pertes par parois sont :

Fenêtre	5 × 3,0 × 28 =	420,00
Mur en façade	2 × 5,1 × 28 =	285,60
Plancher	1 × 12,0 × 10 =	120,00
Plafond	1 × 12,0 × 10 =	120,00
Cloison	2 × 10,8 × 13 =	280,80

Pertes totales en calories 1.362,48

La puissance du radiateur à installer sera de :

$$\frac{1.362,48}{861} = 1,583 \text{ kw.}$$

On le choisira de 1.500 watts ou de 2.000 watts.

Deuxième cas. — Même pièce que dans le premier cas, mais la température n'est que de -5°C .

La température à obtenir est aussi de 18° . Elle est la même dans toutes les pièces voisines.

Les pertes par ventilation sont :

$$0,15 \times 32,4 \times 23 = 111,78$$

Les pertes par les parois sont :

Fenêtre	5	×	3,0	×	23	=	345,00
Mur en façade	2	×	5,1	×	23	=	234,60

Pertes totales en calories	691,38
	<u>691,38</u>

$$\text{Puissance du radiateur : } \frac{\quad}{861} = 0,803 \text{ kw.}$$

On choisira un radiateur de 1 kilowatt, à deux allures.

Troisième cas. — Dans les mêmes conditions que dans le cas précédent, avec une température extérieure de 0° , si une pièce voisine séparée par la cloison de 4 mètres de long est aussi à la température de 0° , le calcul est le suivant :

Pertes par ventilation :

$$0,15 \times 32,4 \times 18 = 87,48$$

Pertes par les parois :

Fenêtre	5	×	3,0	×	18	=	270,00
Mur de façade	2	×	5,1	×	18	=	183,60
Cloison	2	×	10,8	×	18	=	388,60

Pertes totales en calories	929,88
	<u>929,88</u>

$$\text{Puissance du radiateur : } \frac{\quad}{861} = 1,080 \text{ kw.}$$

Ce dernier exemple fait voir que dans le cas précédent, il était judicieux de choisir un radiateur de 1 kilowatt, puisque, même avec une température extérieure de 0° seulement, le refroidissement d'une pièce voisine augmente sensiblement les pertes.

B. — CALCUL PRATIQUE DE LA PUISSANCE

L'étude de cas semblables aux précédents, ainsi que les comparaisons avec des résultats obtenus par ailleurs avec des formules empiriques, nous ont conduit à une méthode pratique de calcul de la puissance des radiateurs électriques à chauffage direct.

Nous avons envisagé trois températures extérieures, qui sont celles qui existent le plus fréquemment dans la région parisienne en hiver : — 1°, — 5° et — 10°.

Comme températures à obtenir à l'intérieur d'un local, nous avons pris + 18° et + 15°.

Les résultats sont indiqués dans le tableau 5, qui donne la puissance en watts par mètre cube du local à chauffer.

TABLEAU 5

Température		Puissance en watts		
Ext.	Int.	Minimum	Moyenne	Normale
— 1°	+ 18°	20	30	40
— 5°	+ 18°	30	40	50
— 10°	+ 18°	40	50	60
— 1°	+ 15°	15	25	35
— 5°	+ 15°	25	35	45
— 10°	+ 15°	35	45	55

L'utilisation de ce tableau demande une explication.

La puissance minimum est évidemment celle au-dessous de laquelle il ne faut pas descendre.

La puissance moyenne est celle qui convient pour une pièce dont les pertes totales en calories ne sont pas trop grandes, par exemple une pièce qui n'a pas une trop grande fenêtre, qui est située dans un appartement dont toutes les autres pièces ont une température convenable, et dans un immeuble dont les appartements au-dessus et au-dessous, à droite et à gauche sont chauffés.

La puissance normale indiquée dans le tableau tient compte des difficultés de chauffage telles que : refroidissement de pièces voisines, l'écart de température étant de l'ordre de 10°, fenêtre d'assez grandes dimensions, appartement non chauffé au-dessus ou au-dessous de la pièce considérée, mauvaise exposition.

Nous pouvons faire une comparaison entre les résultats de cette méthode de calcul pratique de la puissance d'un radiateur électrique et ceux que nous avons obtenus dans trois cas différents avec le calcul théorique :

Premier cas. — Pièce de 32,40 m³ placée dans de mauvaises conditions de chauffage. Température extérieure — 10° et intérieure + 18°.

Il faut choisir la « puissance normale » dans le tableau 5, soit 60 watts par m³.

Puissance à installer $32,40 \times 60 = 1.944$ watts, soit 1,944 kw.

Le calcul théorique donnait 1,583 kw et nous avons choisi un radiateur de 1.500 watts ou de 2.000 watts. Nous ferons de même avec le résultat de calcul pratique.

Deuxième cas. — Même pièce, mais température extérieure — 5° et température intérieure + 18°.

Les conditions de chauffage sont favorables. Nous choisirons donc la « puissance moyenne » du tableau : 40 watts par m³.

Puissance à installer : $32,40 \times 40 = 1.296$ watts, soit 1,296 kw.

Le calcul théorique donnait 0,803 kw. Nous choisirons, comme nous l'avions fait, un radiateur de 500/1.000 watts à deux allumages.

Troisième cas. — Même cas que ci-dessus, mais avec une température extérieure de 0° et une pièce voisine très froide.

Nous prendrons la « puissance normale » pour — 1°, dans le tableau : 40 watts par m³.

Le calcul pratique donne donc la même puissance à installer que dans le deuxième cas : 1,296 kw.

Le calcul théorique donnait sensiblement la même chose : 1.080 kw.

Pour la pièce considérée, de 32,40 mètres cubes, il faudra installer une puissance totale de 1.500 watts, après avoir examiné les différents cas précédents, si la température extérieure doit descendre fréquemment à — 10° C.

On pourra prendre un radiateur à deux allumages 750/1.500 watts, ou bien un radiateur 500/1.000 watts et un radiateur d'appoint de 500 watts. Cette dernière solution présente l'avantage de permettre d'utiliser éventuellement dans une autre pièce le radiateur de 500 watts.

Température extérieure moyenne

Il faut noter que, dans la région parisienne, la température extérieure moyenne est prise à — 5 degrés centigrades. En effet, le thermomètre ne descend au-dessous de — 5° que dix à quinze jours par hiver.

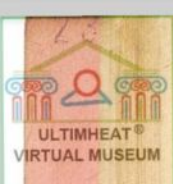
Durée d'allumage

En principe, lorsque nous avons calculé qu'il fallait 1.000 watts pour chauffer une pièce de 32,40 m³ à + 18°, lorsque la température extérieure est de — 5°, il faut entendre que le radiateur de 1.000 watts doit fonctionner 24 heures sur 24. En pratique, s'il en était ainsi, la température pourrait devenir supérieure et trop forte. En général, un réglage de l'appareil s'impose. Par exemple, le radiateur peut être mis en route dans la matinée où le froid est plus vif et arrêté dans le milieu de l'après-midi.

D'autres considérations d'ordre économique s'ajoutent : modulation de la dépense d'électricité, utilisation des tarifs spéciaux à des heures déterminées, arrêt pendant les heures d'absence.

Enfin, si l'appareil a été choisi largement, il n'est pas nécessaire de le faire fonctionner constamment à pleine puissance. S'il est à plusieurs allumages, il est possible d'en faire le réglage.

En résumé, il est à prévoir que dans les mois les plus froids



(considérons un total de 150 jours) un radiateur reste en service dix heures par jour à pleine puissance, ou l'équivalent à puissance réduite.

Si le tarif mixte est appliqué et les deux premières tranches dépassées, le prix du kilowatt-heure étant de 0 fr. 45, le calcul de la dépense moyenne d'un radiateur d'un kilowatt pendant l'hiver est le suivant :

$$150 \text{ jours} \times 10 \text{ heures} \times 0,45 = 675 \text{ francs}$$

CHAPITRE III

INSTALLATION DES APPAREILS

A. — EMBLACEMENT DES APPAREILS

Le choix de l'emplacement des appareils peut être dicté par plusieurs considérations.

Lorsqu'un effet décoratif est recherché, l'appareil de chauffage électrique pourra être placé de la façon jugée la plus esthétique, devant une cheminée par exemple, ou bien dissimulé dans un angle d'une pièce.

D'une façon rationnelle, il est recommandé de placer les radiateurs dans les endroits où se font les arrivées d'air froid, devant les fenêtres principalement.

Si la température des appareils est élevée, ce qui est le cas pour les radiateurs lumineux, il faut les éloigner des tentures ou des boiseries. Par contre, les appareils dont la température extérieure reste faible, surtout dans le bas, tels que les radiateurs à soufflage statique, peuvent être placés sans inconvénient près des tentures ou sur des tapis.

Les radiateurs paraboliques doivent, bien entendu, être dirigés vers la partie de la pièce ou la partie du corps qu'ils doivent chauffer.

Enfin, une dernière considération peut primer les autres : si l'utilisateur désire réaliser une installation économique, les radiateurs seront branchés sur les prises de courant existantes ou bien la prise de courant à installer sera prévue à un endroit tel que les canalisations à établir soient les moins longues. Les recommandations sont, dans ce cas : ne pas mettre les appareils trop près des murs ou des meubles ; en utilisant au maximum la longueur du cordon souple d'alimentation, se rapprocher le plus possible des conditions indiquées précédemment.

B. — LIGNES ELECTRIQUES D'ALIMENTATION

Comme nous l'avons indiqué dans la première partie, il faut que les lignes électriques qui amènent le courant jusqu'aux appa-

reils de chauffage aient une section suffisante pour éviter, d'une part, leur échauffement anormal et, d'autre part, une chute de tension trop forte.

C'est évidemment le rôle de l'ingénieur ou de l'installateur électrique de déterminer d'une façon précise la section de ces canalisations. Mais nous avons cru utile de donner la façon de déterminer, en première approximation, si les canalisations existantes sont suffisantes pour un radiateur d'une puissance donnée.

Nous allons citer un exemple, en même temps que nous donnerons la méthode.

Pour un radiateur de deux kilowatts fonctionnant sur courant monophasé 115 volts, le tableau 2 (page 12) donne une intensité absorbée de 17,4 ampères.

Or, le tableau 4 (page 13) indique, pour une température ambiante de 30° C (qu'il faut en général considérer) que le conducteur isolé à choisir est de 20/10 de millimètres de diamètre, pour une intensité supérieure à 14 ampères et inférieure à 18,5 ampères.

Si l'installation intérieure de l'appartement, dans lequel doit être installé le radiateur de deux kilowatts, est réalisée avec des conducteurs isolés de 12/10 de millimètres de diamètre (ce qui existe dans 80 % des cas), il sera indispensable de remplacer ces conducteurs par d'autres de 20/10, ou bien d'établir une ligne spéciale en conducteurs de 20/10 jusqu'à une prise de courant servant spécialement pour alimenter le radiateur.

Il est bien évident que cette ligne spéciale devra partir du compteur électrique ou d'un coupe-circuit alimenté lui-même par du fil électrique isolé de 20/10, s'il en existe un.

Le problème est plus compliqué si l'installation comporte plusieurs radiateurs. En effet, pour la détermination des sections des conducteurs dans certaines parties du circuit, il faudra totaliser les intensités absorbées par ces radiateurs.

Par exemple, pour un radiateur de deux kilowatts, un d'un kilowatt et un autre de 500 watts, fonctionnant en même temps, sur 115 v., le lecteur pourra faire la détermination des conducteurs principaux partant du compteur. Résultat : conducteurs de 30/10 de millimètres carrés, avec l'utilisation des tableaux 2 et 4.

Il y a lieu d'ajouter également l'intensité du courant utilisé pour l'éclairage et d'autres usages.

Il faudra aussi changer les fusibles des coupe-circuit, pour protéger les nouveaux conducteurs installés. Le choix se fera parmi les intensités nominales normalisées des fusibles, qui sont : 4 — 6 — 8 — 10 — 15 — 20 — 25 — 30 — 40 ampères.

Le tableau 6 donne la valeur des fusibles à utiliser pour protéger les conducteurs dont le diamètre est indiqué en dixièmes de millimètres.

TABLEAU 6

Conducteurs			Fusibles		
Diam. en m/m	Section en m/m ²	Courant admis. (amp.)	Valeur nominale (amp.)	Fusion des Limite infér.	des fusibles Limite supér.
12/10	1,13	10	6	9	11,4
16/10	2,01	14	8	12	15,2
20/10	3,14	18,5	10	15	19
25/10	4,91	25	15	21	26,2
30/10	7,07	32,5	20	28	35
34/10	9,08	39,5	25	35	43,75
7 de 14/10	10,80	45,5	30	39	48

Dans le dernier exemple, pour une puissance installée de 3,5 kilowatts, l'intensité étant de 30 ampères environ, il faudrait choisir des fusibles d'une valeur nominale de 30 ampères, et par suite, le conducteur que peuvent protéger ces fusibles, c'est-à-dire (tableau 6) un conducteur constitué par sept fils de 14/10.

Or, nous avions trouvé précédemment, par l'utilisation des tableaux 2 et 4, qu'un conducteur de 30/10 pouvait suffire pour l'intensité donnée. Ceci montre qu'il faut finalement prendre comme section du conducteur la plus petite qui puisse être protégée efficacement par les fusibles.

Nous n'insisterons pas plus sur la détermination des lignes électriques d'alimentation des radiateurs. Ce que nous en avons dit suffira au lecteur pour déterminer approximativement les modifications à faire apporter à son installation.

C. — CHANGEMENT DE COMPTEUR

Si l'intensité totale prévue pour la réalisation d'un chauffage électrique est supérieure à celle pour laquelle le compteur existant est construit, il sera nécessaire de le remplacer par un autre compteur convenable. L'intensité maximum pour laquelle fonctionne un compteur est gravée sur la plaque qu'il porte. La vérification sera donc facile à faire.

En général le changement de compteur est nécessaire, car le chauffage consomme plus que les autres appareils électrodomestiques. Il doit être demandé à la Compagnie de Distribution d'électricité.

Le plus souvent, le nouveau compteur, pour une puissance plus forte, se met à la place de l'ancien sans changer le tableau de compteur. Mais l'interrupteur principal et le coupe-circuit placés sous le tableau sont à remplacer par d'autres convenant pour la nouvelle intensité prévue.

Si le tarif choisi entraîne l'installation d'un compteur à double ou à triple tarif à la place de l'ancien ou à côté de l'ancien, il est bon de vérifier si l'emplacement prévu est suffisant pour les dimensions du nouveau tableau de compteur.

Ces dimensions sont les suivantes, jusqu'au 75 ampères, pour 115 volts — 2 × 115 volts ou 230 volts :

largeur = 450 mm, hauteur = 350 mm
ou bien largeur = 250 mm, hauteur = 700 mm.

Au-dessus de 75 ampères, ces dimensions sont encore plus grandes.

D. — PROBLEME DES COLONNES MONTANTES

L'intensité totale d'une installation de chauffage électrique dans son appartement étant connue, il est toujours possible de modifier les canalisations existantes, pour son compte.

Le problème n'est pas le même pour la « colonne montante ». On désigne ainsi la canalisation électrique qui alimente aux différents étages d'un immeuble les appartements particuliers. Elle a été établie, le plus souvent au moment de la construction de l'immeuble, pour une certaine puissance totale consommée.

Il est évident que la section des câbles de la colonne montante doit suffire pour débiter le total des intensités demandées par les usagers qu'elle dessert.

Or, beaucoup de colonnes montantes ont été construites du temps où les seuls usages de l'électricité étaient l'éclairage, et quelques autres usages domestiques d'importance réduite, tels que l'utilisation d'un petit réchaud ou d'un petit ventilateur. A l'époque de leur construction, il existait peu de glacières, d'aspirateurs, de cireuses ou de radiateurs électriques.

Si bien que pour un grand nombre de colonnes montantes, l'intensité totale qu'elles débitent est bien proche de l'intensité maximum correspondant à leur section.

Celui qui désire faire une installation de chauffage électrique est donc tenu de demander à la Compagnie de distribution d'électricité, qui possède tous les renseignements à ce sujet, si la colonne montante de son immeuble est susceptible de lui donner la puissance qu'il désire. Si non, il existe trois solutions exposées dans la dernière partie de l'ouvrage, chapitre II, « Formalités et Démarches ».

Troisième partie

Autres appareils de Chauffage électrique

CHAPITRE PREMIER

CHAUFFAGE DES LOCAUX

A. — RADIATEURS A SEMI-ACCUMULATION

Nous ne pouvons mieux faire, pour définir les radiateurs à semi-accumulation, que de citer l'article 126 de la publication 60 de l'U. S. E. relative aux règles régissant leur construction : « Appareil de chauffage capable, grâce à une masse accumulatrice de chaleur, de continuer à restituer la chaleur accumulée pendant les trois heures qui suivent la coupure du courant ».

Pour ces appareils, le rapport d'accumulation est le rapport de la quantité de chaleur accumulée à la quantité de chaleur fournie. D'après les règles de l'U. S. E., ce rapport doit être égal ou supérieur à 0,5, pour une durée de charge de quatre heures.

Ceci veut dire, sous une autre forme, qu'au bout de quatre heures, 50 % au moins de la chaleur doit être accumulée dans le radiateur ; l'autre partie de la chaleur produite par le corps de chauffe s'est répandue dans l'air ambiant. A la coupure du courant d'alimentation, il y a restitution de la chaleur accumulée.

Les radiateurs à semi-accumulation ont des corps de chauffe semblables à ceux des radiateurs obscurs déjà décrits, mais ceux-ci sont en contact avec une matière qui accumule la chaleur, telle que la fonte, la terre cuite, le grès, etc... Un isolant est évidemment interposé entre le corps de chauffe et la matière accumulatrice. Lorsque cette dernière a atteint une certaine température qu'elle ne peut dépasser, le radiateur fonctionne en radiateur à chauffage direct, si le courant n'est pas coupé. La consommation est semblable à celle des radiateurs obscurs ordinaires.

B. — RADIATEURS ELECTRIQUES A EAU

Ces radiateurs ont la forme de ceux du chauffage central à circulation d'eau. Ils sont en fonte, à plusieurs éléments. Leur particularité réside en ce qu'ils sont munis, à la partie inférieure, d'un corps de chauffe électrique.

Ils se comportent en radiateurs à récupération, car ils restent chauds pendant un certain temps, après que le courant est coupé.

Dans certaines constructions le corps de chauffe, enfermé dans un tube étanche, est logé dans les orifices inférieurs de communication du radiateur à eau.

Dans d'autres (figure 7) l'eau est chauffée dans une véritable petite chaudière électrique placée sous le radiateur. L'élément électrique baigne alors dans une faible quantité d'eau (un à

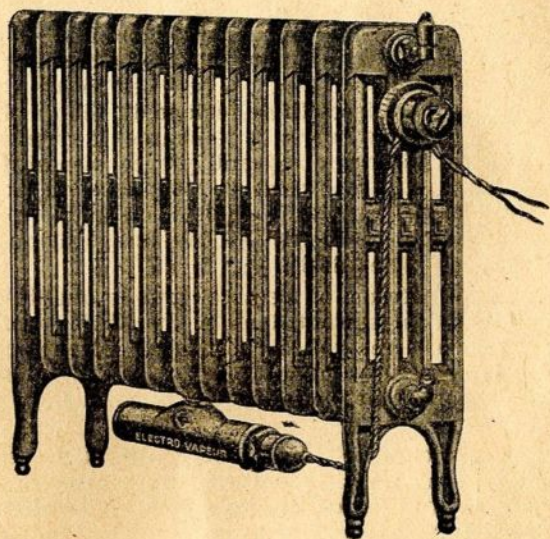


Fig. 7

deux litres) qui entre en ébullition pour former de la vapeur à basse pression. Cette vapeur circule dans toutes les sections du radiateur, se condense, puis retourne sous forme d'eau au corps de chauffe, pour se vaporiser à nouveau.

Ce dernier dispositif peut se monter sur un radiateur existant d'une installation de chauffage central à eau chaude ou à vapeur. Il est possible ainsi de réaliser un chauffage mixte, le chauffage électrique étant employé en cas de panne de chau-

dière, de manque de charbon, ou pour le chauffage par intermittence pendant les demi-saisons.

Ces différents appareils sont construits pour des puissances de 800 à 3.000 watts.

C. — POELES A ACCUMULATION

La publication 60 de l'U. S. E. les définit ainsi : « Appareil de chauffage électrique calorifugé qui, grâce à une masse accumulatrice de chaleur portée à une température convenable, restitue au fur et à mesure des besoins la chaleur accumulée ».

Pour ces poêles, le rapport ou coefficient d'accumulation, tel qu'il a été défini au paragraphe précédent, doit être égal ou supérieur à 0,7. Ce qui veut dire qu'ils accumulent au moins 70 % de la chaleur qui leur est fournie, alors que les radiateurs à semi-accumulation n'en accumulent au plus que 50 %. Il existe aussi une autre différence avec ceux-ci. Les poêles à accumulation sont munis d'un dispositif de réglage du débit de la chaleur. Un certain temps après l'arrêt de la charge, la quantité de chaleur restante est différente suivant que ce dispositif est resté ouvert ou fermé. Le coefficient de souplesse du poêle est le rapport entre ces quantités de chaleur restante. Après quatre heures de décharge, ce coefficient doit être égal ou supérieur à 1,7 suivant les règles de l'U. S. E.

D'après ce qui précède, on peut voir que la qualité d'un poêle à accumulation tient surtout dans la qualité de la masse accumulatrice. Les matières qui la constituent doivent pouvoir supporter des températures allant jusqu'à 400° C., et sont de la faïence, de la porcelaine, de la brique, du basalte, du grès ou de la terre cuite.

Les caractéristiques principales de construction des poêles à accumulation sont : résistances constituées par des éléments cylindriques ou montées en nappes minces, intercalées entre les blocs de matière accumulatrice ou noyées dans la masse de cette matière ; circulation de l'air autour du bloc accumulateur ou dans des cheminées verticales ménagées dans ce bloc ; enveloppe calorifuge en amiante ou en laine de verre placée tout autour et à la partie supérieure ; les volets ou clapets pour régler la circulation d'air sont à la partie supérieure et en général latéralement.

La charge se fait volets fermés. Ceux-ci sont ouverts progressivement au cours de la décharge. En effet, plus le refroidissement est grand, plus l'ouverture des volets a besoin d'être grande.

Ces poêles sont à plusieurs allures de marche et leur puissance varie de 1.000 à 8.000 watts. Ils sont économiques, puisqu'ils peuvent fonctionner uniquement avec du courant au tarif le plus faible, le courant de nuit par exemple. Ils procurent une

chaleur douce et agréable. Toutefois, leur prix d'achat est assez élevé.

Un des plus importants constructeurs a mis au point un poêle à accumulation à trois réglages par thermostat et à ventilateur, qui réalise le maximum de confort et qui demande une mention spéciale.

Sa particularité principale est d'être fermé dans sa partie supérieure et d'avoir une sortie d'air chaud en nappe horizontale à la partie inférieure. Alors que la circulation d'air se fait statiquement de bas en haut dans les autres poêles, au contraire un ventilateur entraîne l'air chaud de haut en bas dans celui-ci, et la sortie d'air se fait presque au niveau du plancher. L'avantage qui en résulte saute aux yeux : l'air chaud se répand ainsi dans toute la pièce, au lieu de monter au plafond.

Un premier thermostat (limitateur de température qui coupe le courant dès que la température qu'il contrôle atteint une valeur suffisante et le redonne pour une autre valeur plus faible) arrête le fonctionnement de l'appareil dès que la masse accumulatrice atteint 350° C. Un deuxième thermostat met en route le ventilateur qui chasse l'air chaud dans la pièce à chauffer dès que la température ambiante de cette pièce descend au-dessous d'une certaine valeur (17° par exemple) et l'arrête pour une autre (19° par exemple). Enfin, lorsque la température de l'air contenu dans le poêle risque d'être trop élevée, ce qui est le cas le matin, après une nuit de charge, un troisième thermostat ouvre une vanne d'air froid. Le mélange à l'air chaud s'opère avant la sortie du poêle, ce qui donne un air très tempéré pour être refoulé dans la pièce.

Comme pour les autres poêles à accumulation, une horloge de blocage (ou interrupteur horaire) commande la mise sous tension de l'appareil pendant la nuit seulement, lorsque le prix du courant est le plus faible. Pendant la journée, seul le ventilateur fonctionne au tarif de jour, mais il n'absorbe que 50 watts.

D. — ELEMENTS ELECTRIQUES CHAUFFANTS

Ces éléments sont constitués par des corps de chauffe nus formés de résistances montées sur des isolants. Ils sont en général utilisés pour des chauffages industriels. Pour le chauffage domestique, ils peuvent équiper des foyers de chaudières de chauffage central à eau chaude ou à vapeur. Cette solution est intéressante pour remplacer le charbon ou le mazout, lorsqu'ils viennent à manquer. Certains auteurs prétendent même qu'en tenant compte des frais d'exploitation réduits (suppression d'un chauffeur dans certaines installations importantes) la chaudière électrique pour chauffage central permet de réaliser une économie par rapport au chauffage au coke.

E. — RADIATEURS-TUBES A BASSE TEMPERATURE

Ces radiateurs sont constitués par des éléments tubulaires de faible diamètre, contenant les résistances chauffantes, et disposés horizontalement en bas des parois (sous les fenêtres ou le long des murs extérieurs de préférence).

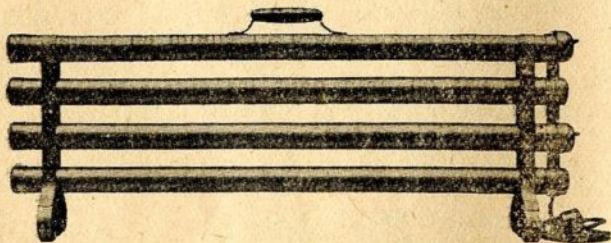


Fig. 8

Chaque radiateur est composé d'un à six tubes dont la longueur varie de 0 m. 50 à 3 mètres, suivant le modèle. Les puissances s'échelonnent de 125 à 5.000 watts.

La caractéristique principale des radiateurs-tubes est la basse température de leur surface en contact avec l'air. Il en résulte que celui-ci n'absorbe qu'une faible quantité de chaleur, et ne reçoit qu'un pouvoir ascensionnel faible. Il se dilue, par conséquent, dans la pièce à chauffer, au lieu de se masser brusquement au plafond. La carbonisation et le brassage des poussières sont ainsi supprimés. La composition chimique de l'air n'est pas altérée, et son degré hygrométrique normal est maintenu. Enfin, les radiateurs-tubes assurent, par leur dispositions mêmes, la répartition uniforme d'une chaleur douce et agréable.

CHAPITRE II

CHAUFFAGE DE L'EAU

A. — CHAUFFE-EAU RAPIDE

A l'inverse du chauffe-eau à accumulation, qui se comporte comme les poêles du même nom que nous venons de décrire et qui chauffe l'eau longtemps avant de s'en servir, les chauffe-eau rapides élèvent instantanément la température de l'eau au moment de son utilisation.

Ces appareils se composent simplement d'un cylindre avec une arrivée d'eau froide à la partie supérieure et la sortie d'eau chaude à la partie inférieure. Les résistances sont placées directement dans l'eau qu'elles doivent chauffer. Pour que l'appareil ne reste pas constamment sous tension, un dispositif par piston actionnant un interrupteur met en circuit les résistances au moment où l'on ouvre le robinet d'eau chaude.

Pour les usages courants, ces chauffe-eau peuvent convenir avec des puissances à partir d'un kilowatt. Pour une salle de bains, la puissance à installer est assez élevée, si l'on veut que la préparation du bain ne demande qu'un temps limité. Aussi, leur préfère-t-on, en général, le chauffe-eau à accumulation.

B. — CHAUFFE-EAU A ACCUMULATION

Alors que les appareils pour le chauffage de l'air, en service à Paris, sont passés de 2.061, en 1929, à 9.355 en 1936, les chauffe-eau sont passés de 929 à 15.707 (statistique de la Société AP-EL). Parmi ces chauffe-eau, la plupart sont à accumulation. Ceci prouve les avantages de ces appareils, dont la mise au point est faite depuis longtemps.

Les différents constructeurs présentent les chauffe-eau à accumulation sous une forme à peu près identique. Bien des éléments en sont d'ailleurs normalisés : capacité, disposition des arrivées et des départs d'eau, gabarit des points de fixation...

Ces appareils sont constitués par un réservoir, un corps de chauffe, un calorifugeage et une enveloppe.

Le réservoir est le plus souvent en tôle d'acier doux galvanisée à chaud intérieurement et extérieurement. Il est de forme cylindrique avec deux fonds bombés. Quoique fonctionnant à une pression moindre, il est éprouvé à la pression de 10 à 15 kilogrammes par centimètre carré. Il comporte des tubulures d'arrivée d'eau froide et de départ d'eau chaude, une soupape de dilatation pour éviter les surpressions, un clapet de retenue qui empêche l'eau chaude d'être refoulée dans la canalisation d'eau froide, un robinet de vidange et un robinet d'arrêt.

Le corps de chauffe est enfermé dans une ou plusieurs gaines vissées sur une plaque démontable. L'organe de chauffe proprement dit se compose de boudins en nickel-chrome montés sur des supports cylindriques en stéatite. Une pièce en même matière supporte les bornes des divers circuits.

La plaque démontable, horizontale ou verticale suivant les modèles, s'assemble par boulons sur le réservoir. Les gaines sont alors en contact avec l'eau. La transmission de la chaleur se fait, à travers une mince lame d'air, à la gaine, puis à l'eau.

Le réservoir est monté dans une enveloppe extérieure en tôle mince. Dans l'intervalle existant entre les deux, on dispose un corps calorifuge de 10 centimètres environ d'épaisseur, qui est en général du liège expansé granulé.



L'enveloppe est le plus souvent en tôle émaillée blanche.

L'accessoire le plus important du chauffe-eau à accumulation est le « thermostat ». C'est un organe qui coupe le courant lorsque la température désirée de l'eau est obtenue (environ 85° C.) pour éviter l'ébullition, et qui rétablit le courant lorsque la température de l'eau descend au-dessous d'une certaine valeur (77° C. par exemple). Cette baisse de température se produit soit par refroidissement naturel, d'ailleurs freiné par l'action du calorifuge, soit par introduction d'eau froide, à la suite d'un prélèvement d'eau chaude important.

Le fonctionnement du thermostat est basé sur la dilatation linéaire d'une tige métallique (thermostat à tige) ou sur la dilatation différentielle (thermostat à bilame). L'allongement de la tige, sous l'effet de la chaleur, ou la déformation du bilame permet d'actionner l'organe de coupure du courant. Inversement, le courant est rétabli par la contraction de la tige ou la déformation en sens contraire du bilame. Le thermostat agit pour cela directement jusqu'à 15 ampères, et par l'intermédiaire d'un interrupteur-contacteur pour de plus fortes intensités.

Etant donné leur propriété de conserver la chaleur, un des principaux avantages des chauffe-eau à accumulation est de fonctionner principalement avec du courant au tarif de nuit, c'est-à-dire le moins cher. De plus, ils donnent à tous moments de l'eau à température élevée (minimum 77° C) qui, d'ailleurs, peut être additionnée d'eau froide avec un robinet mélangeur.

La quantité approximative d'eau à 85° C. à prévoir est de :

pour un bain	50 à 75 litres
pour un lavabo (2 à 4 personnes)	15 à 20 —
pour la cuisine (par jour et par personne)	6 à 7 —
pour une douche	20 à 30 —

Le calcul de la capacité de l'appareil à choisir sera donc facile à faire, et le choix se fera parmi les modèles dont la contenance nominale est en litres :

15 — 30 — 50 — 75 — 100 — 125 — 150 — 200 — 300 — 400 —
500 — 600 — 800 — 1.000 — 1.200 — 1.500.

Pour le chauffe-eau de 15 litres, la puissance consommée est de 300 watts pour une durée de chauffe de six heures.

Le chauffe-eau de 1.500 litres consomme 12.000 watts pour une durée de chauffe de douze heures.

Les chauffe-eau de 15 à 150 litres sont muraux. Ceux de plus grande capacité reposent directement sur le sol.

Comme les radiateurs à semi-accumulation et les poêles à accumulation, ils doivent être commandés par un interrupteur horaire pour fonctionner avec du courant au tarif le plus faible, la nuit ou en dehors des heures de pointe.

CHAPITRE III

CUISINE ELECTRIQUE

A. — PLAQUES CHAUFFANTES

La plaque chauffante est la forme de réchaud électrique qui se rapproche le plus par son aspect de la plaque du fourneau de cuisine à charbon ou à bois. Elle présente l'avantage de ne pas craindre la chute de liquides (sauces, jus...) ou de corps étrangers, auxquels sont exposées les résistances de chauffage des réchauds à feu vif. Aussi son emploi se développe davantage que celui de ces derniers.

Elle est en général constituée par une plaque en fonte évidée ayant la forme d'un couvercle de boîte. La résistance électrique est placée à l'intérieur et noyée dans un ciment spécial très perméable à la chaleur. Une contre-plaque ferme la partie inférieure et porte les bornes d'arrivée de courant.



Fig. 9

Les plaques chauffantes peuvent être de petit diamètre et de forte puissance (pour faire bouillir de l'eau ou pour le petit déjeuner) ou de faible puissance et de grand diamètre (pour faire toutes sortes de cuisines). Généralement, elles sont à plusieurs allurés de marche (trois ou quatre).

Elles sont montées seules ou par deux ou trois sur des réchauds. Elles affleurent le dessus du réchaud. Le plus souvent pour les réchauds à deux ou trois plaques chauffantes, l'une est prévue pour la cuisson à feu doux, une autre pour la cuisson rapide.

Le diamètre des plaques chauffantes les plus courantes est de 18 à 28 centimètres. Leur consommation est de 700 à 2.500 watts.

B. — RECHAUDS A FEU VIF

Ces réchauds sont constitués par des résistances portées à haute température. Elles sont supportées par des isolants montés sur un bâti, ou bien disposées dans les rainures d'une plaque en matière réfractaire.

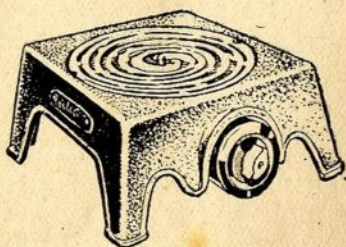


Fig. 10

Un modèle particulier par sa fabrication est à signaler : il a un corps constitué par un fil résistant en forme de spirale centré dans un tube métallique dont il est isolé électriquement par une matière spéciale bonne conductrice de la chaleur. Le diamètre du tube métallique est réduit par une machine spéciale, de façon à rendre la matière isolante dure et compacte.

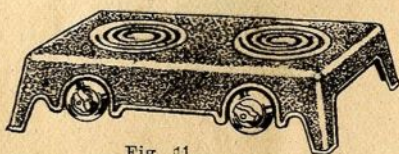


Fig. 11

De cette façon, l'isolement est parfait et le corps de chauffe peut être touché sans risque (avant qu'il soit chaud) après sa mise sous tension. Il craint aussi beaucoup moins la chute des liquides et des corps étrangers que les corps de chauffe des autres réchauds à feu vif.

Les puissances courantes pour les réchauds à feu vif sont 1.200 à 1.800 watts.

C. — FOURS ELECTRIQUES

Un four électrique est constitué par une chambre calorifugée, fermée hermétiquement par une porte elle-même calorifugée, avec des corps de chauffe placés au plafond (voûte du four) et à la partie inférieure (sole du four).

Les corps de chauffe sont soit des boudins, soit des crayons chauffants, soit encore des toiles résistantes. Le plus souvent ceux de la sole sont semblables aux plaques chauffantes, tandis que ceux de la voûte sont à feu vif.

Dans un four électrique, il n'y a pas de combustion, ce qui permet de le construire pour qu'il soit rigoureusement clos lorsque la porte est refermée. Il en résulte une grande économie et la puissance demandée est faible.

Les modèles courants de fours électriques sont : 800 et 1.000 watts, avec différentes allures de marche. Un four de 800 watts est suffisant pour une famille de quatre personnes. Ses allures de marche sont : bas seul : 800 watts ; haut seul : 400 watts ; haut et bas : 800 watts.

D. — CUISINIÈRES ÉLECTRIQUES

Elles forment un ensemble comprenant une ou plusieurs plaques chauffantes et un ou deux fours.

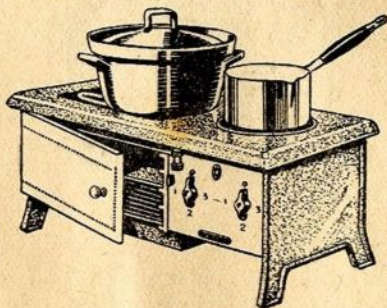


Fig. 12

Les modèles les plus courants sont à deux plaques et un four (puissance : 2.700 ou 4.000 watts) ou à trois plaques et un four (puissance : 5.400 watts).

Pour une ou deux personnes un four de 800 watts et une plaque chauffante de 1.200 watts peuvent suffire.

CHAPITRE IV

PETITS APPAREILS DOMESTIQUES DE CHAUFFAGE

A. — POUR LE CHAUFFAGE DE L'EAU

Pour des usages bien déterminés ou bien pour chauffer l'eau en petite quantité, il est intéressant d'utiliser différents appareils électriques dont nous donnons la description.

Bouilloires

Ce sont, en somme, des casseroles à double fond. Entre les deux fonds est logée une résistance électrique prévue pour porter rapidement à ébullition l'eau contenue dans la partie supérieure.

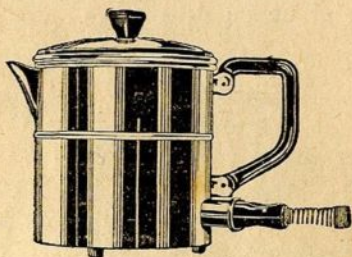


Fig. 13

En général elles sont en cuivre chromé ou en laiton nickelé, avec l'intérieur étamé; quelquefois elles sont en aluminium. Leur corps de chauffe peut être facilement remplacé en séparant la partie inférieure de la partie supérieure (fig. 8).

Leur contenance est de 1/4 de litre à deux litres, et leur puissance de 200 à 800 watts.

Théières

Elles ont la forme d'une théière ordinaire et la même construction qu'une bouilloire électrique. Elles comportent une boule métallique percée de trous, pour recevoir le thé.

Cafetières

Leur partie inférieure à double fond contient également le corps de chauffe. Elles fonctionnent comme un petit percolateur. L'eau portée à ébullition traverse le café (posé à la partie supérieure) sous forme de vapeur. Elle absorbe ainsi complètement

les principes aromatiques du café, puis se condense et retombe dans la partie du milieu de la cafetière.

Modèles de deux à huit tasses. Puissances : 300, 500 et 600 watts. Modèles de restaurant : percolateur de 3.000 watts.

Chauffe-liquide

Destinés à chauffer rapidement une petite quantité de liquide, les chauffe-liquide sont constitués d'un cylindre nickelé au bout d'un manche isolant. Le cylindre contient une résistance électrique de 200 ou 300 watts. Il suffit de la mettre sous tension et de plonger l'appareil dans le liquide à chauffer, en le tenant par le manche. On peut ainsi réchauffer un petit déjeuner, faire tiédir de l'eau pour se laver les dents, etc...

B. — POUR LE CHAUFFAGE DES ALIMENTS

Nous décrivons dans ce paragraphe les appareils qui servent à chauffer les aliments, ou à les réchauffer, soit directement, soit indirectement.

Chauffe-plats

Ce sont de petits réchauds de faible consommation : 100 à 500 watts. Il en existe deux modèles : l'un qui reste sous tension, l'autre qu'il suffit d'alimenter un certain temps seulement et qui conserve sa chaleur dans une plaque accumulative.

Chauffe-assiettes

Ces appareils ressemblent à des fours électriques. Mais ils sont de faible puissance : 300 et 400 watts. Leurs parois sont en tôle revêtue intérieurement d'un calorifuge. Ils n'ont pas besoin d'être mis sous tension constamment, la température se maintenant longtemps à l'intérieur.

Auto-cuiseurs

Ils sont construits sur le principe de la « marmite norvégienne ». Très calorifugés, ils comportent un corps de chauffe électrique à la partie inférieure et peuvent contenir un ou plusieurs récipients. Le courant doit être coupé dès qu'une température suffisante est atteinte. La cuisson des aliments continue alors sans dépense de courant électrique.

Dans certains auto-cuiseurs, le courant est coupé automatiquement par un régulateur de température.

Puissance de ces appareils : 500 à 1.000 watts.

Gaufriers

Les gaufriers électriques sont des moules métalliques en deux parties : le fond qui est fixe et monté sur des pieds, le couvercle qui est articulé sur une charnière

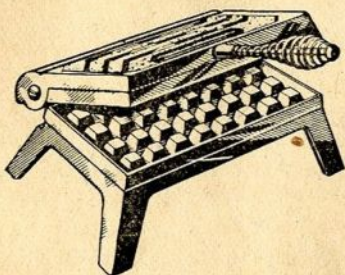


Fig. 14

Les résistances chauffantes sont incorporées dans le fond et dans le couvercle. Il existe différents modèles de 300 à 500 watts.

C. — DIVERS

Parmi divers petits appareils domestiques nous pouvons encore citer : les fers à repasser, les chauffe-fer à friser, les sèche-cheveux, les chauffe-lit, les chaufferettes, les chancelières et tapis électriques.

Nous n'insisterons pas sur les fers à repasser électriques, connus de tous. Nous dirons seulement qu'ils sont d'un poids de 1,2 kg à 3 kg et que leur puissance est de 300, 400, 500 ou 600 watts.

Nous passerons sur le chauffe-fer à friser (tube avec résistance chauffante, dans lequel on engage le fer) et sur le sèche-cheveux, qui comprend un élément chauffant et un ventilateur électrique.

Mais nous décrirons les autres appareils cités, dont l'utilisation est d'actualité. En effet, pour réaliser des économies de courant électrique, il y a intérêt à réduire le chauffage général d'un appartement et à utiliser de petits appareils de chauffage local : radiateurs paraboliques, chauffe-lit, chaufferettes, tapis chauffants.

Chauffe-lit

Comme l'ancienne bouillotte à eau chaude, le chauffe-lit électrique est constitué par un corps en métal ou en porcelaine. Il contient un bloc de matière accumulatrice de chaleur au centre duquel est placé le petit élément chauffant.

Il est construit pour des puissances de 100 à 300 watts.
Il peut être chargé pendant quelques minutes et conserve sa charge de chaleur pendant quelques heures.

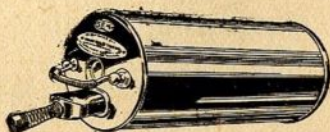


Fig. 15

Les bassinoires électriques sont des modèles spéciaux de chauffe-lit qu'il est très intéressant d'utiliser.

Chaufferettes

Ce sont de petits tabourets portant une plaque chauffante, le plus souvent en aluminium. On conçoit que les chaufferettes électriques soient de faible puissance, pour éviter d'avoir à couper le courant trop souvent. Il existe des modèles de 35, 40 et 52 watts.

Tapis chauffants et chancelières

Les éléments chauffants des tapis électriques sont constitués par des fils fins et souples cousus dans un tissu ignifugé et isolant. Ils sont enfermés dans une enveloppe isolée électriquement. Le tout est recouvert d'une moquette sur les deux faces.

Le tapis chauffant doit être mis sous tension au moment de l'utilisation, et le courant doit être coupé lorsque sa température risque de devenir trop élevée, ce que l'on peut constater facilement lorsque les pieds sont posés dessus.

La chancelière électrique est un tapis chauffant avec une partie supérieure formant sac et recouvrant les pieds. L'ensemble est, en général, fourré pour maintenir davantage la chaleur.



Quatrième partie

Les Tarifs d'électricité pour le Chauffage

TARIFS MIXTES ET TARIFS SPECIAUX

CHAPITRE PREMIER

TARIFS MIXTES ET TARIFS SPECIAUX

Comme nous l'avons déjà indiqué, les chiffres que nous citons sont approximatifs, tout en se rapprochant le plus possible de la réalité. Cette remarque est d'autant plus à faire pour les tarifs d'électricité dont les prix résultent de l'application de l'index économique électrique et de la taxe municipale pour Paris. Les prix indiqués dans le présent chapitre se rapprochent de la moyenne des prix du courant à Paris pour 1940.

La Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité consent actuellement à ses abonnés les trois tarifs suivants qui peuvent s'appliquer au chauffage :

Le **tarif mixte** pour l'éclairage et les usages domestiques ; ce tarif s'applique exclusivement aux locaux occupés bourgeoisement ;

Le **tarif spécial C** pour courant de nuit, qui est réservé aux usages autres que l'éclairage pour les particuliers et les commerçants ;

Le **tarif spécial E**, pour les usages culinaires et thermiques de 1 à 20 kilowatts.

Tarif mixte

L'application de ce tarif est basée sur le nombre de pièces que comporte l'appartement de l'abonné.

La cuisine, l'antichambre, les salles de bains, cabinets de toilette, water-closets et couloirs comptent ensemble pour une pièce.

Les autres pièces comptent pour une, à condition de ne pas dépasser chacune le volume suivant :

65 mètres cubes pour un appartement de 4 pièces,		
80 — — — — —	—	5 —
90 — — — — —	—	6 —
100 — — — — —	—	7 —
110 — — — — —	—	8 — etc...

Pour un volume supérieur, chaque pièce est comptée pour autant de pièces que son volume contient de fois celui qui vient d'être indiqué.

Prenons le cas simple d'un appartement comprenant : un salon, une salle à manger, deux chambres, une cuisine, une salle de bains, entrée, couloir, w.-c. Il sera compté pour cinq pièces, si aucune pièce n'a un volume supérieur à 90 mètres cubes.

Nous admettons que la puissance, nécessaire pour alimenter en même temps tous les appareils utilisés dans l'appartement, a été déterminée.

Deux cas peuvent alors se produire : cette puissance est inférieure ou supérieure aux valeurs ci-dessous, suivant le nombre de pièces :

pour une pièce	20	hectowatts, soit	2.000	watts
pour 2, 3 ou 4 pièces..	30	—	—	3.000 —
pour 5 ou 6 pièces	40	—	—	4.000 —
pour 7 ou 8 pièces	50	—	—	5.000 —
pour 9 ou 10 pièces	60	—	—	6.000 —
au-dessus de 10 pièces ..	80	—	—	8.000 —

Premier cas :

La puissance nécessaire est inférieure ou égale à la valeur ci-dessus. La consommation est mesurée par un compteur ordinaire à cadran unique, mais la tarification est la suivante (par kwh.) :

Première tranche : frs 2,30 environ	} voir la remarque du début du chapitre
Deuxième tranche : frs 1,25 environ	
Troisième tranche : frs 0,45 environ	

D'une à six pièces, l'importance des tranches est la suivante :

Pièces	1 ^{re} tranche	2 ^e tranche	3 ^e tranche
1	60 kwh	30 kwh	—
2	90 —	45 —	le surplus
3	120 —	60 —	de la
4	160 —	80 —	consommation
5	200 —	100 —	annuelle.
6	240 —	120 —	—

Au-dessus de six pièces, il faut ajouter 60 kwh par pièce pour la première tranche et 30 kwh par pièce pour la deuxième tranche.

Deuxième cas :

La puissance nécessaire est supérieure à la valeur indiquée plus haut. La consommation est alors mesurée par un compteur spécial à triple cadran. Elle est facturée à des prix variables suivant les heures de la journée.

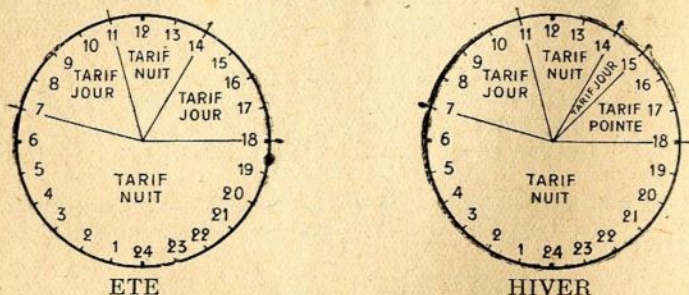


Fig. 16

Le prix du kilowatt-heure est alors :

tarif de pointe : frs 1,90 environ
tarif de jour : frs 1,00 environ
tarif de nuit : frs 0,45 environ

Voir
la remarque
du début

chaque tarif étant appliqué pendant les heures indiquées sur les cadrans de la figure 10, différentes pendant l'été et pendant l'hiver. La tarification d'hiver a pour point de départ le relevé de compteur le plus proche du 1^{er} octobre.

La consommation pour l'éclairage est facturée en plus pour une somme forfaitaire, qui est : 8 frs pour une pièce, 12 frs pour deux, 16 frs pour trois, 21 frs pour quatre, etc... par mois.

Facturation :

Alors que dans le second cas, la facturation a lieu mensuellement, dans le premier cas il existe deux modalités de paiement :

Première modalité :

Les consommations sont facturées dans l'ordre des tranches. Choisissons un exemple frappant : un abonné, dont l'appartement est de quatre pièces, paiera :

la première tranche	160 kwh à 2,50, soit 368 frs
la deuxième tranche	80 kwh à 1,25, soit 100 frs
la troisième tranche à 0,45, soit ...

totaux	240 kwh	468 frs
--------------	---------	---------



(Nous avons négligé volontairement la troisième tranche, dont la consommation importe peu pour l'explication.)

Supposons qu'il consomme 240 kwh dans l'année, il paiera au total 468 francs et ne profitera pas du tarif à 0 fr. 45.

Supposons qu'un autre abonné consomme 240 kwh dans les quatre premiers mois de l'année. Pour le reste de l'année il ne paiera plus le kilowatt que 0 fr. 45. Mais en quatre mois, il paiera 468 francs.

Deuxième modalité :

A tout abonné garantissant que sa consommation annuelle sera au moins celle du total des deux premières tranches, il est consenti la facilité de paiement suivante : la consommation est entièrement facturée au prix de la troisième tranche (0 fr. 40), mais l'abonné paie en plus, tous les deux mois :

23 francs	pour	1 pièce
34 —	—	2 pièces
46 —	—	3 —
60 —	—	4 —
76 —	—	5 —
92 —	—	6 — , etc.

Ces sommes sont égales au sixième du complément annuel nécessaire pour parfaire le prix des deux premières tranches.

Reprenons l'exemple précédent : l'abonné paiera au total 240 kwh à 0,45, soit 108 francs, plus six quittances bimestrielles de 60 francs, soit 360 francs. Au total, il paiera 468 francs, soit exactement la même somme qu'avec la première modalité de paiement. Mais l'abonné qui consomme ses 240 kwh les quatre premiers mois de l'année, soit par exemple 120 kwh tous les deux mois, paiera pour janvier-février la somme de 60 frs + 120 x 0,45, soit 114 francs. Il paiera également 114 francs pour mars-avril. S'il avait choisi la première modalité de paiement, cet abonné aurait payé en janvier-février 276 francs, et en mars-avril, 192 francs.

Ces exemples montrent que la deuxième modalité de paiement est très intéressante, lorsque la consommation totale de l'année égale ou dépasse l'importance des deux premières tranches : 90 kwh pour une pièce, 135 kwh pour deux pièces, 180 kwh pour trois pièces, 240 kwh pour quatre pièces, etc. Ce qui est presque toujours le cas avec le chauffage électrique.

Tarif spécial C

C'est une tarification pour le courant utilisé pour les usages autres que l'éclairage, et consommé principalement la nuit. En particulier, elle convient pour les poêles et les chauffe-eau à accumulation.

La consommation est mesurée par un compteur à triple cadran, comme dans le deuxième cas du tarif mixte, et les prix du kilowatt-heure sont les mêmes que ceux de ce tarif pour la pointe, le jour et la nuit.

Mais la différence est que tous les appareils d'utilisation doivent être groupés sur un circuit distinct de celui de l'éclairage et contrôlé par le compteur à triple cadran.

Tarif spécial E

Comme pour l'application du tarif précédent, tous les appareils sont groupés sur circuit spécial, le compteur utilisé étant, dans ce cas, à double cadran.

Le prix du kilowatt-heure est alors :

tarif de pointe : 1,90 frs environ

tarif hors-pointe : 0,50 frs environ

Le courant pour l'éclairage est mesuré par un autre compteur et payé séparément.

CHAPITRE II

COMPARAISON DES TARIFS

Pour faire la comparaison des tarifs, nous considérerons bien entendu le cas d'une consommation correspondant à l'utilisation du courant électrique à la fois pour l'éclairage, pour les usages domestiques (aspirateur, réchaud, four, machine à coudre) et pour le chauffage.

Nous ferons cette comparaison en prenant deux exemples entre plusieurs, mais choisis pour caractériser une installation d'importance moyenne dans un appartement d'un nombre de pièces moyen : 4 pièces (soit 3 pièces proprement dites, plus la cuisine, le couloir, etc.).

Pour d'autres installations, notre conclusion sera valable, à moins qu'elles constituent des cas vraiment particuliers.

Premier exemple :

Supposons qu'une consommation totale de 2.200 kwh est ainsi répartie :

225 kwh pour l'éclairage ..	1 ^{re} et 2 ^e tranches	240 kwh
175 kwh pour usages divers. dont :		
1800 kwh pour le chauffage.	3 ^e tranche.....	1.960 kwh

La facturation est la suite, en se plaçant dans le cas le plus favorable pour le tarif C et le tarif E, c'est-à-dire en admettant que l'abonné n'use ni courant de pointe, ni courant de jour :

Tarif mixte 1 ^{re} tranche :	160 × 2,30 =	368 frs
2 ^e tranche :	80 × 1,25 =	100 frs
3 ^e tranche :	1.960 × 0,45 =	882 frs

Total..... 1.350 frs

Tarif C Eclairage	225 × 2,30 =	517,50 frs
Divers et éclairage	1.975 × 0,45 =	888,75 frs

Total 1.406,25 frs



Tarif E Eclairage	225 × 2,30 =	517,50 frs
Divers et chauffage	1.975 × 0,50 =	987,50 frs
		<hr/>
Total		1.505,00 frs

La comparaison est à l'avantage du **tarif mixte**. Ceci serait d'autant plus vrai, si l'abonné avait été dans l'obligation d'user du courant de jour ou de pointe.

Deuxième exemple :

Prenons le cas d'une consommation plus forte de 4.600 kwh :

300 kwh pour l'éclairage,	dont	150 kwh de nuit
		150 kwh de jour
300 kwh pour usages divers,	dont	150 kwh de jour
		150 kwh de pointe
4.000 kwh pour le chauffage,	dont	3.000 kwh de nuit
		700 kwh de jour
		300 kwh de pointe

La facturation serait la suivante :

Tarif mixte 1 ^{re} tranche :	160 × 2,30 =	368 frs
2 ^e tranche :	80 × 1,25 =	100 frs
3 ^e tranche :	4.360 × 0,45 =	1.962 frs

Total 2.330 frs

Tarif C Eclairage	300 × 2,30 =	690 frs
Pendant la pointe	450 × 1,90 =	855 frs
Pendant le jour	850 × 1,00 =	850 frs
Pendant la nuit	3.000 × 0,45 =	1.350 frs

Total 3.745 frs

Tarif E Eclairage	300 × 2,30 =	690 frs
Pendant la pointe	450 × 1,90 =	855 frs
Hors-pointe	3 850 × 0,50 =	1.925 frs

Total 3 470 frs

Après ce deuxième exemple, il faut conclure, comme pour le premier, que le **tarif mixte** est le plus intéressant pour un abonné qui utilise le courant pour le chauffage électrique.

De plus, il est recommandé d'utiliser, pour le paiement, la deuxième modalité, car elle a l'avantage de répartir sur toutes les factures la somme totale à payer au cours de l'année. Elle évite des quittances d'un montant élevé pendant les premiers mois.

Les tarifs C et E conviennent davantage pour des usages commerciaux et industriels. Le tarif E, en particulier, peut être utilisé pour la cuisine électrique des restaurants qui peuvent s'efforcer de ne pas user de courant entre 15 et 18 heures, c'est-à-dire au tarif de pointe.

Cinquième partie

Réalisation d'une installation de chauffage électrique

CHAPITRE PREMIER

DETERMINATION DE L'INSTALLATION

Cette dernière partie sera en somme le résumé et la conclusion de l'ouvrage.

Nous avons vu au chapitre II de la deuxième partie (tableau 5) la façon de déterminer la puissance de l'appareil de chauffage électrique à installer dans une pièce. Il faudrait, si les circonstances économiques étaient meilleures, totaliser la puissance à installer dans chaque pièce pour arriver à la puissance totale pour un appartement. Mais, étant donné, d'une part les conseils d'économie de courant prodigués officiellement, d'autre part la nécessité pour certains de limiter les dépenses, nous préconisons de prévoir les appareils pour chauffer une partie seulement des pièces de l'appartement.

En reprenant l'exemple déjà cité d'un appartement de quatre pièces d'importance moyenne : 40 m³, 35 m³, 30 m³ pour les pièces principales et 50 m³ pour cuisine, couloir, etc., il faudrait, pour obtenir une température de + 15° à 18°, avec un froid de — 5°, une puissance installée de 5,5 à 6 kilowatts.

En ne chauffant que les deux pièces principales (40 et 35 m³) il suffirait de 3,5 à 4 kilowatts. Dans ce cas, il est recommandé de choisir les radiateurs suivants : un de 2.000/1.000 watts, un de 1.000/500 watts et un radiateur parabolique d'appoint de 500 watts, soit au total 3.500 watts. Pendant certaines heures de la journée, il sera possible de faire fonctionner l'un ou l'autre des radiateurs principaux dans les pièces non chauffées habituellement. Pour les appareils de chauffage de 1.000, de 2.000 watts et plus, chacun portera son choix sur des radiateurs obscurs, des cheminées lumineuses, des radiateurs à eau, des appareils à semi-accumulation ou des poêles à accumulation, suivant ses goûts et... ses possibilités, ou bien suivant les conseils de son installateur-électricien.

Deux autres considérations peuvent faire limiter la puissance des appareils à installer :

1° Pour pouvoir bénéficier du tarif mixte, qui est le plus intéressant, comme nous l'avons montré, il ne faut pas que la puissance dépasse certaines valeurs indiquées dans le chapitre premier de la quatrième partie. Pour l'appartement de quatre pièces déjà cité, cette puissance est de 3.000 watts. Dans ces conditions, il faudrait se contenter des trois radiateurs suivants : 1.500 watts, 1.000 watts et 500 watts.

2° Il faut aussi que la colonne montante soit suffisante. La Compagnie de distribution d'électricité peut l'indiquer. Si elle est insuffisante pour 3.000 watts par exemple, mais suffisante pour 2.000 watts, il sera nécessaire de se limiter à l'installation d'un radiateur de 1.500 watts et d'un radiateur d'appoint de 500 watts.

Lorsqu'on sera fixé définitivement sur la puissance et sur le nombre des appareils, il faudra déterminer leurs emplacements dans chaque pièce et prévoir les lignes, avec prises de courant, comme il est indiqué au chapitre II de la deuxième partie.

L'ordre de grandeur du prix de l'installation peut alors être évalué en se basant sur le prix approximatif des fournitures donné dans le tableau suivant par mètre de ligne (à deux conducteurs) :

Conducteurs de : mm.	12/10	16/10	20/10	25/10	30/10
Prix au mètre : Fr.	3,40	4,40	7,00	10,00	13,00

(en octobre 1940)

Le prix de la main-d'œuvre est très variable suivant les difficultés rencontrées : percement de murs, modifications à l'installation ancienne, etc. Pour une installation de moyenne importance, comportant une à deux prises de courant, on doit compter de 150 à 400 francs.

Enfin, il ne faut pas oublier d'ajouter le prix du coupe-circuit et de l'interrupteur principal, placés sur le tableau du compteur, s'il est nécessaire de les remplacer.

CHAPITRE II

DEMARCHES ET FORMALITES

Nous avons vu qu'une première démarche est à faire auprès de la Compagnie de distribution d'électricité pour connaître la puissance maximum compatible avec la section de la colonne montante de l'immeuble. L'adresse de la Section de cette Compagnie est indiquée sur le carnet de consommation.

Pour Paris, les différentes Sections de la Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité sont :

Barbès	70, boulevard Barbès	(18 ^e)	Tél. Mon. 20-02
Boissière	75, rue Boissière	(16 ^e)	Pas. 01-10
Charonne	63, boulevard de Charonne	(11 ^e)	Roq. 94-60
Dames	53, rue des Dames	(17 ^e)	Mar. 62-12
Etienne-Marcel..	6, rue d'Aboukir	(2 ^e)	Gut. 56-97
Grenelle.....	22, rue du Laos	(15 ^e)	Ség. 38-71
Italie	74, avenue d'Italie	(13 ^e)	Gob. 77-56
Rennes	76, rue de Rennes	(6 ^e)	Lit. 47-10
Saint-Ambroise..	70, avenue Parmentier	(11 ^e)	Roq. 68-40
Trudaine	11, avenue Trudaine	(9 ^e)	Tru. 02-46

Trois solutions peuvent être envisagées : ou bien limiter son installation de chauffage à la puissance disponible maximum indiquée par la Compagnie, ou demander à son propriétaire la modification de la colonne montante pour pouvoir disposer d'une puissance plus forte, ou bien encore faire établir pour son propre compte une canalisation spéciale partant du branchement de l'immeuble.

Il est sans doute inutile de préciser que les deux dernières solutions sont assez coûteuses, et le plus souvent il faudra se contenter de la puissance disponible avec la colonne montante existante.

Sa décision étant définitivement prise sur la puissance des appareils à installer, compte tenu de tout ce qui précède, l'abonné demandera un devis à son installateur-électricien habituel pour la fourniture des appareils de chauffage et pour l'établissement des lignes électriques intérieures.

Après avoir accepté le devis, il devra s'adresser à nouveau à la Compagnie, soit pour demander le remplacement de son compteur par un compteur d'une puissance supérieure, soit pour obtenir une modification de son contrat telle que : adoption du tarif mixte au lieu du tarif ordinaire, avenant d'option pour la deuxième modalité de paiement du tarif mixte au lieu de la première.

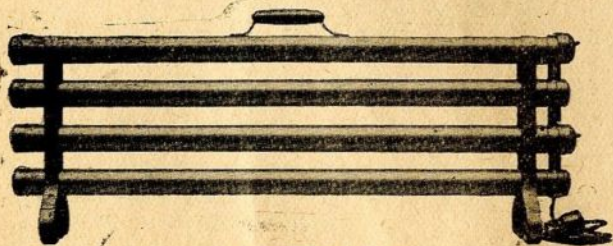
Il ne lui reste plus qu'à signer le nouveau contrat d'abonnement ou l'avenant, et à passer commande à l'installateur.

LE CHAUFFAGE ELECTRIQUE
« MECANO »
à émission de chaleur à basse température

Toutes les qualités du chauffage électrique sont réunies dans le radiateur tubulaire

« MECANO »
qui, en outre, présente les particularités suivantes :

- Distribution de chaleur douce, toujours en rapport avec la température extérieure ;
- Emission de chaleur modifiant peu le degré d'humidité de l'air ;
- Facilité de déplacement ;
- Utilisation rationnelle, donc économique, de l'énergie électrique ;
- Présentation élégante, impeccable.



« MECANO »

Le technicien du chauffage électrique, tient à votre disposition des références de plus de dix ans, qu'il s'agisse de chauffage d'appartements; bureaux, groupes scolaires, bâtiments administratifs, cinémas, serres ou tout autre local.

Société MECANO FRANÇAISE
104, avenue des Champs-Élysées, PARIS 8^e
Téléphone : **Elysées 01-80** et la suite.



ULTIMHEAT®
VIRTUAL MUSEUM

Liste des fabricants d'appareils de chauffage

dont les appareils portent la

« MARQUE DE QUALITE » U S E - A P E L

Extraite (pour la Seine) de la publication 1005 — janvier 1939 —
de l'Union Technique des Syndicats de l'Electricité

- Alsthom.** — Sté Gle de Constructions Electriques et Mécaniques
Alsthom, 38, avenue Kléber, Paris (16^e).
- Arthur Martin.** — Fonderies Arthur Martin, 36, rue de Château-
dun, Paris (9^e).
- Bocquet.** — Chauffage et Electricité, 9, rue des Plâtrières,
Paris (20^e).
- Calido.** — Etablis. Plancher, 93, rue Oberkampf, Paris (11^e).
- Cid.** — Le Chauffage Electrique Cid, 130, faubourg Saint-Denis
Paris (10^e).
- C. P. C. E.** — Cie Parisienne de Chauffage Electrique, 25, bou-
levard Poissonnière, Paris (2^e).
- G. I. A.** — Constructions et Installations Aérothermiques, 138
rue de Bécon, Courbevoie (Seine).
- Electracier.** — J. Pascal, 64, rue de Paris, Boulogne-sur-Seine.
- Electro-Radiant.** — Le Chauffage Electrique Economique, 10, rue
Jean-Dolfus, Paris (18^e).
- Electro-Vapeur.** — Etablissements Electro-Vapeur, 92, avenue
des Ternes, Paris (17^e).
- Equator.** — Arts Ménagers et Industries Modernes, 3, rue Mo-
rand, Paris (11^e).
- Fil Rouge.** — Etablissements J. Tête et A. Ieroy, 27, rue Danton,
Le Pré-Saint-Gervais (Seine).
- Lemercier.** — Lemercier Frères, 28, rue Fernand-Pelloutier,
Clichy (Seine).
- Mécano.** — Société Mécano Française, 104, avenue des Champs-
Elysées, Paris (8^e).
- Moufflet.** — Etablissements E. Moufflet et Cie, 63, rue du Mou-
lin-de-la-Pointe, Paris (13^e).
- N. E. C.** — Société Nouvelle d'Electricité et de Chauffage, 9,
avenue Percier, Paris (8^e).
- Noiroff.** — Ets J. Noiroff et Cie, 19, rue Béranger, Paris (2^e).
- Paz et Silva.** — Ets Claude-Paz et Silva, 8, rue Cognacq-Jay,
Paris (7^e).
- S. E. M.** — Etablissements Roger Marchand, 103, rue Olivier-
de-Serres, Paris (15^e).
- Toilectro.** — Clin et Cie, 14, av. de la République, Paris (11^e).



Table des matières

PREMIERE PARTIE

Généralités sur le Chauffage et l'Electricité

Chapitre I. — Le Chauffage

A. — Différents modes de chauffage.....	1
B. — Le Chauffage électrique	2
C. — Etude comparative	5

Chapitre II. — L'Electricité

A. — Rappel de quelques connaissances	8
Valeur de la résistance	9
Loi de Joule	9
Loi d'Ohm	9
Puissance	9
Equivalence de la chaleur et du travail	10
Quelques exemples	10
B. — Renseignements pratiques	11

DEUXIEME PARTIE

Chauffage des locaux par radiateurs électriques ordinaires

Chapitre I. — Différents types de radiateurs ordinaires

A. — Catégories principales	14
B. — Radiateurs à lampes	15
C. — Radiateurs paraboliques	15
D. — Cheminées lumineuses	17
E. — Radiateurs obscurs ordinaires	17
F. — Radiateurs obscurs à circulation d'air	19

Chapitre II. — Détermination de la puissance d'une installation

A. — Calcul théorique de la puissance	22
B. — Calcul pratique de la puissance	25

Chapitre III. — Installation des appareils

A. — Emplacement des appareils	28
B. — Lignes électriques d'alimentation	28
C. — Changement de compteur	30
D. — Problème des colonnes montantes	31



TROISIEME PARTIE

Autres appareils de chauffage électrique

Chapitre I. — Chauffage des locaux	
A. — Radiateurs à semi-accumulation	32
B. — Radiateurs électriques à eau	32
C. — Poêles à accumulation	34
D. — Eléments électriques chauffants	35
E. — Radiateurs-tubes à basse température	36
Chapitre II. — Chauffage de l'eau	
A. — Chauffe-eau rapide	36
B. — Chauffe-eau à accumulation	37
Chapitre III. — Cuisine électrique	
A. — Plaques chauffantes	39
B. — Réchauds à feu vif	40
C. — Fours électriques	40
D. — Cuisinières électriques	41
Chapitre IV. — Petits appareils domestiques de chauffage	
A. — Four le chauffage de l'eau	42
B. — Pour le chauffage des aliments	43
C. — Divers	44

QUATRIEME PARTIE

Les tarifs d'électricité pour le chauffage

Chapitre I. — Tarifs mixtes et tarifs spéciaux	46
Chapitre II. — Comparaison des tarifs	50

CINQUIEME PARTIE

Réalisation d'une installation de chauffage électrique

Chapitre I. — Détermination de l'installation	52
Chapitre II. — Démarches et formalités	53

Liste des fabricants d'appareils de chauffage dont les appareils portent la « Marque de qualité » USE-APEL.....	57
---	----

"TERMELEC"

MARQUE DEPOSEE

RADIATEURS A SOUFFLAGE STATIQUE

Brevetés S.G.D.G. en France et à l'Etranger

FABRICATION FRANÇAISE

PRESENTATION
STANDARD

TOUS COURANTS
TOUS VOLTAGES

DEUX ALLURES

PUISSANCES

en watts

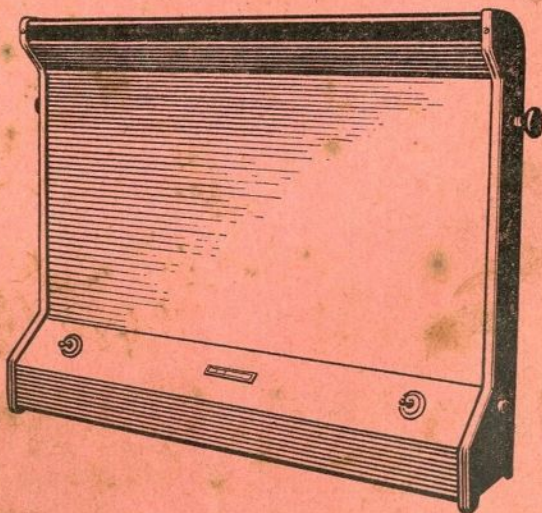
500-1000

750-1500

1000-2000

1500-3000

2000-4000



Références :

Paquebot

NORMANDIE

Cuirassés

DUNKERQUE

STRASBOURG

et des milliers d'appareils en service dans des locaux domestiques et industriels.

Les radiateurs « TERMELEC » réalisent un chauffage idéal par le brassage de l'air du local à chauffer. L'orifice de sortie dirige l'air chaud et évite sa stagnation au plafond.

Société Parisienne d'Études Spéciales S. A.

BUREAUX : 17, rue Castagnary, PARIS (15^e)

Téléphone : Lecourbe 92-48