

# MÉMENTO DU CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE

Par R. GAUTHERET et Th. TOURNIER

Premier volume :

Applications domestiques, agricoles, commerciales et artisanales

Deuxième et troisième volumes :

Applications industrielles

I

ÉDITÉ PAR  
LA SOCIÉTÉ POUR LE DÉVELOPPEMENT  
DES APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ *APEL*



ULTIMHEAT®  
VIRTUAL MUSEUM

# Mémento du chauffage électrique

Par R. GAUTHERET et Th. TOURNIER

I

Premier volume :

Applications domestiques, agricoles, commerciales et artisanales

---



## SOMMAIRE DU MÉMENTO

	Volume
Rappel des notions élémentaires d'électrothermie.	I
Applications domestiques . . . . .	I
Applications agricoles .. . . .	I
Applications commerciales et artisanales . . . . .	I
Applications industrielles	II
} Electrochimie	II
} et électrometallurgie.	II
} Autres applications . . . . .	II
	et III

## ABRÉVIATIONS

- |                |                     |
|----------------|---------------------|
| L = longueur   | e = épaisseur       |
| l = largeur    | P = puissance       |
| p = profondeur | temp. = température |
| h = hauteur    |                     |



## PRÉAMBULE

*Un mémento doit fournir le maximum d'indications dans le minimum de place et avec le minimum de recherches, donc de temps.*

*Un mémento sur les Applications du Chauffage Electrique et les Appareils Electrothermiques peut être utile à plusieurs catégories de personnes : chefs d'entreprises, directeurs d'usines, ingénieurs, agents de maîtrise, ouvriers, constructeurs d'appareils, professeurs d'enseignement technique, techniciens, commerçants, chercheurs et statisticiens. Or, il apparaît difficile, sinon impossible, d'établir un aide-mémoire d'un volume limité, qui permette d'obtenir très rapidement une réponse à toutes les questions que peuvent poser les multiples intéressés.*

*C'est pourquoi nous avons jugé préférable de faire trois mémentos distincts qui s'adresseront, en principe, à trois classes particulières de lecteurs et qui, d'ailleurs, se complèteront. Bien entendu, certains renseignements se retrouveront dans ces trois documents ; mais nous nous efforcerons de les présenter sous des aspects différents, mieux en rapport avec le but à atteindre.*

*Le présent mémento indique les principaux usages du chauffage électrique dans les diverses branches de l'activité humaine, pour chacune des applications (domestiques, rurales, commerciales, artisanales et industrielles).*

*Nous avons tenu à ce qu'il soit aussi complet que possible — d'où son importance qui a nécessité trois fascicules — notamment pour la partie industrielle dans laquelle figurent non seulement le genre d'appareils utilisés avec leurs caractéristiques normales et les consommations correspondantes d'énergie électrique, mais encore tous renseignements sur la nature des produits faisant l'objet de traitements thermiques et sur la température de traitement. Nous avons signalé un certain nombre de cas spéciaux afin de montrer la diversité des applications du chauffage électrique et surtout d'ouvrir des horizons nouveaux à nos lecteurs.*

*Le second mémento se rapportera aux principaux usages des appareils électrothermiques; pour chaque catégorie d'ap-*



pareils, il donnera les caractéristiques électriques usuelles (puissance et consommation) dans les principales applications.

Autrement dit, le premier mémento part des applications pour aboutir aux appareils nécessaires et le second partira des appareils existants pour indiquer quelles en sont les applications.

Le troisième mémento, plus restrictif, traitera uniquement des Applications Industrielles du Chauffage Electrique par nature d'industries.

Pour ce qui concerne les modes de chauffage électrique, nous renvoyons le lecteur, pour plus amples détails, aux brochures APEL suivantes :

- « Les divers modes de chauffage électrique ».
- « Les fours électriques à résistances ».
- « Les fours électriques à induction ».
- « Les fours électriques à arc ».
- « Les résistances métalliques ».
- « Les résistances non métalliques et leurs applications industrielles »,

et, d'une manière plus générale, aux brochures APEL déjà parues et dont la liste figure en pages 62 et 63 du présent numéro.

# SOMMAIRE DU PRÉSENT VOLUME

PAGES

<i>Rappel des notions élémentaires d'électrothermie.. . . .</i>	6
<i>Quelques renseignements statistiques. .... .</i>	16

## PREMIÈRE PARTIE

<i>Applications domestiques. ... . . . .</i>	19
Chauffage de l'eau.....	19
Cuisson des aliments (cuisine).....	22
Chauffage des locaux.....	25
Lavage et repassage.....	28
Toilette et soins corporels.....	29
Divers.....	30

## DEUXIÈME PARTIE

<i>Applications agricoles. . . . .</i>	31
Cuisson des aliments pour le bétail.....	31
Aviculture.....	31
Chauffage des bâches ou couches.....	33
Séchage des fruits et des légumes.....	36
Séchage de l'herbe. ....	39

## TROISIÈME PARTIE

<i>Applications commerciales et artisanales. . . . .</i>	40
<i>Alimentation. . . . .</i>	40
Grande cuisine.....	40
Boulangerie, biscotterie, pâtisserie.....	44
Charcuterie.....	46
Divers.....	47
<i>Chauffage et conditionnement de l'air des locaux. ....</i>	49
<i>Autres applications. . . . .</i>	52
Bois et matières plastiques. ....	52
Papier.....	53
Cuir.....	53
Tailleurs et blanchisseurs.....	54
Chapeliers et modistes.....	55
Coiffeurs.....	55
Métaux.. . . .	56
Emailleurs et céramistes.....	57
Médecins, dentistes, pharmaciens.....	58
Véhicules, garages.....	59
Liquides.....	60
Divers.....	61
<i>Liste des brochures de documentation AP-EL. . . . .</i>	62





## RAPPEL, SOMMAIRE DES NOTIONS ELEMENTAIRES D'ELECTROTHERMIE

### DIVERS MODES DE CHAUFFAGE ELECTRIQUE

On peut distinguer :

*Le chauffage par résistance.*

*Le chauffage par induction.*

*Le chauffage par arc.*

*Le chauffage par rayons infra-rouges.*

### CHAUFFAGE PAR RESISTANCE

Ce chauffage repose sur la loi de JOULE relative à la transformation de l'énergie électrique en énergie thermique dans un conducteur A B parcouru par un courant électrique.

#### Loi d'Ohm.

Si U est la tension appliquée aux extrémités A et B du conducteur de résistance R, ce conducteur est traversé par un courant d'intensité I et l'on a :

$$U = R I$$

#### Loi de Joule.

La puissance mise en jeu dans le conducteur a pour valeur :

$$P = U I = R I^2 = \frac{U^2}{R}$$

L'énergie mise en jeu pendant le temps t est :

$$W = P t = U I t = R I^2 t$$

Dans ces formules, les unités adoptées sont les suivantes :

U en volts

P en watts

R en ohms

W en joules

I en ampères

t en secondes

L'énergie électrique se transforme en chaleur et la quantité de chaleur ainsi dégagée (effet JOULE) a pour valeur :

$$\begin{array}{ccccccc} Q & = & 0,24 & W & = & 0,24 & R & I^2 & t \\ \text{petites} & & & \text{joules} & & & \text{ohms} & \text{ampères} & \text{secondes} \\ \text{calories} & & & & & & & & \end{array}$$

Dans la pratique courante, l'énergie électrique est évaluée en kilowattheures.

$$\begin{array}{ccccccc} W & = & U & I & t \\ \text{watt-heures} & & \text{volts} & \text{ampères} & \text{heures} \end{array}$$



1 kWh équivaut à 3 600 joules ou 864 grandes calories.

1 grande calorie ou kilocalorie vaut 1 000 petites calories (calories-grammes).

### Nature de la résistance.

Quelquefois (fig. 1), la résistance R dans laquelle se développe l'effet Joule est constituée par la matière elle-même (exemple : fours à carbure de calcium, chaudières à électrodes, fours de graphitisation, fours à bain de sels à électrodes, soudeuses par résistance).

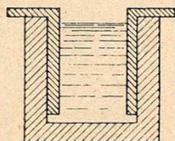


Fig. 1

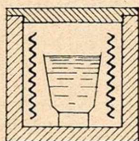
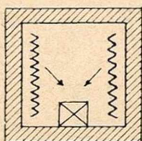


Fig. 2

Le plus souvent (fig. 2), on a recours à un ou plusieurs conducteurs auxiliaires dénommés communément « résistances », dont l'ensemble constitue le *corps de chauffe* ou *résistor* traversé par le courant.

Ces « résistances » sont constituées généralement par des alliages métalliques (nickel-chrome à 80 p. 100 de Ni et 20 p. 100 de Cr, nickel-chrome avec fer, fer-chrome-aluminium, exceptionnellement métaux précieux) sous forme de fils, rubans, bandes ou tiges; parfois par des substances non métalliques (graphite, carbure de silicium, carboné, etc.) sous forme de tiges, barres, tubes sculptés, etc.

Métal	Résistivité à 20° C $\Omega : \text{cm} : \text{cm}^2$	Température de fusion (1) °C
Cuivre .....	1,56	1 080
Tungstène .....	5,5	3 400
Molybdène .....	10,9	1 775
Platine .....	5,7	2 650
Nickel .....	12,3	1 451
Nickel-chrome .....	100-110	1 400-1 475
Fer-chrome-aluminium .....	130-145	1 500-1 540
Graphite .....	800-4 000	—
Carbure de silicium .....	900-3 000	—

(1) La température de fusion de certains métaux (ex. : Tu, Pt, Mo) est assez mal connue; sa valeur varie suivant les auteurs.

La résistance électrique  $R$  est proportionnelle à la longueur  $l$  du conducteur et inversement proportionnelle à sa section  $s$  :

$$R = \rho \frac{l}{s}$$

$\rho$  désignant la résistivité (résistance spécifique).

$R$  est aussi fonction de la température ; en pratique, le coefficient de température est généralement négligeable.

### Réglage de la puissance.

On peut facilement régler la puissance mise en jeu, donc la température, en agissant :

soit sur la tension  $U$  (fig. 3) : emploi d'une résistance ou d'une self ou, le plus souvent, d'un transformateur ou d'un auto-transformateur de réglage ou encore d'un régulateur d'induction.

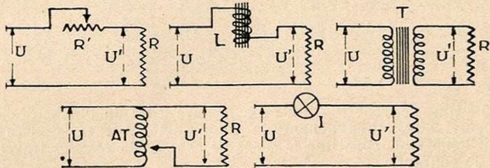


Fig. 3

soit sur la valeur de la résistance  $R$  (fig. 5) : couplages particuliers et variables, à volonté, des « résistances » (couplage série-parallèle, couplage étoile-triangle).

— soit sur le temps  $t$  : mise hors tension ou sous tension, à volonté, de tout ou partie des « résistances ».

### Réglage de la température.

Le plus souvent, dans les appareils industriels, un régulateur de température assure automatiquement les manœuvres nécessaires pour maintenir la température à la valeur voulue. Dans certains cas, la température varie en fonction du temps suivant une loi fixée à l'avance (régulateur à programme).

## CHAUFFAGE PAR INDUCTION

Ce mode de chauffage repose :

- sur la loi de l'induction.
- sur la loi de Joule.

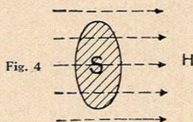


Fig. 4

### Loi de l'induction.

Soit une spire fermée de surface  $S$  placée dans un champ magnétique d'intensité variable (fig. 4). Le flux  $\Phi$  qui traverse la spire a pour valeur :

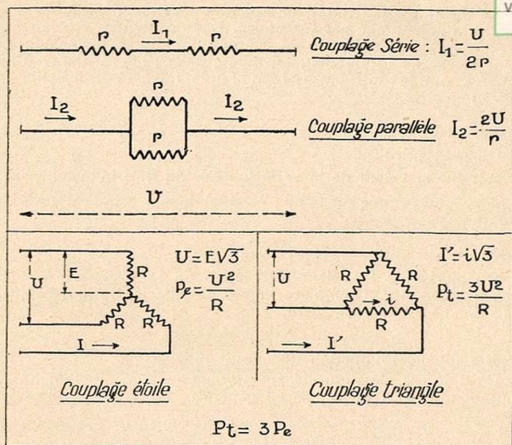


Fig. 5

$$\Phi = \frac{H S}{10^8}$$

maxwells                      gauss    cm<sup>2</sup>

H étant l'intensité du champ.

Si l'on provoque une variation  $d\Phi$  du flux  $\Phi$  en un temps très petit  $dt$  (secondes), une *force-électromotrice* se produit dans la spire où elle donne naissance à un *courant induit* qui dure aussi longtemps qu'il y a variation du *flux inducteur*  $\Phi$  et cesse en même temps que la variation (raisonnement non rigoureusement exact, mais suffisamment approché). Cette force-électromotrice  $E$  (volts) a pour valeur :

$$E = - \frac{d\Phi}{dt} 10^{-8}$$

et le courant induit est donné par la relation :

$$I = \frac{E}{\sqrt{R^2 + L^2\omega^2}}$$

$R$  étant la résistance ohmique (ohms) de la spire,  
 $L$ , l'inductance (henrys) du circuit de la spire,  
 $\omega = 2 \pi f$ , la pulsation du courant d'alimentation,  
 $f$ , la fréquence (nombre de périodes par secondes).

Le courant  $I$  produit, par effet Joule ( $P = R I^2$ ), un échauffement du circuit.

Le chauffage par induction apparaît ainsi comme un cas particulier du chauffage par résistance. Dans ce dernier cas, on utilise directement la source de courant qui donne la tension  $U$ . Dans le cas de l'induction, on a recours à l'intermédiaire d'un appareil qui produit par induction une force électromotrice  $E$  (fig. 6).

### Régulation de la puissance.

On peut agir :

- soit sur la valeur de la variation  $d\Phi$  du flux inducteur,
- soit sur la durée du temps pendant lequel cette variation se produit.

### Action sur $d\Phi$

On augmente la valeur du champ en renforçant le circuit magnétique. Si l'on remplace l'air par de l'acier de perméabilité  $\psi$  ( $\psi > 1$ ), le champ devient :

$$B = \mu H$$

$B$  s'appelle l'induction du circuit magnétique.

C'est le cas classique du transformateur (fig. 6) alimenté en courant alternatif (à 50 pps en général).

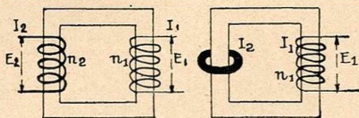


Fig. 6

Fig. 7

Les fours électriques basés sur ce principe (fig. 7 où le secondaire du transformateur ne possède plus qu'une seule spire au lieu de  $n_2$  spires) s'appellent *fours avec circuit magnétique fermé* ou encore, mais à tort, « fours à basse fréquence ».

### Action sur $dt$ .

Au lieu d'avoir recours à des courants à basse fréquence ou à fréquence normale (généralement 50 pps), on peut utiliser des courants à fréquence élevée ; pour fixer les idées, si  $f = 10000$  pps,  $dt$  sera 200 fois plus petit que  $f = 50$  pps.

Les fours électriques correspondants (qui sont en somme des transformateurs dans l'air) sont dits *fours sans circuit magnétique fermé* ou encore « fours à haute fréquence ».

### Production des courants à haute fréquence.

Les courants à haute fréquence sont produits pratiquement :

- soit par des alternateurs dits à haute fréquence,
- soit par des lampes thermoïoniques
- soit par des installations à étincelles, à éclateurs fixes ou tournants.

Valeur de la fréquence (nombre de pps)		Modes de Production
Basse.. .	< 50	Alternateur à " basse fréquence "
Basse (fréquence normale des Secteurs)	50 ou 25	Alternateur (fréquence normale donnée par les Secteurs).
Moyenne	300 à 500	Alternateur à " haute fréquence ".
Haute. ..	10 000 à 100 000	Eclateur fixe ou tournant.
Très haute.. .	10 000 à 10 000 000	Lampe triode.

#### Chauffage à très haute fréquence.

Dans les fours à induction précédents, il y a d'abord transfert par induction de l'énergie électrique d'un enroulement primaire à une substance formant enroulement secondaire, puis transformation dans le secondaire de l'énergie électrique en énergie thermique par effet Joule. Le transfert de l'énergie électrique peut aussi se produire non plus par *liaison inductive*, mais par *liaison capacitive* ; on peut ainsi réaliser le chauffage de diélectriques (verre, caoutchouc) en plaçant la substance entre les armatures d'un condensateur et en ayant recours à des courants de 1 à 10 millions de pps.

#### CHAUFFAGE PAR ARC

Ce mode de chauffage repose sur les *propriétés thermiques de l'arc*. Pour l'établissement et le maintien d'un arc entre deux électrodes, il faut que les deux conditions suivantes soient remplies :

- incandescence de la cathode (courant continu) ou des deux électrodes (courant alternatif),
- différence de potentiel convenable entre les deux électrodes.

#### Sensibilité de l'arc.

Il faut également qu'il y ait une *stabilité* suffisante de l'arc pour que ce dernier puisse être utilisable et que la puissance



puisse être réglée convenablement. Cette stabilité s'obtient par des moyens adéquats (emploi de dynamos ou d'alternateurs spéciaux, emploi de résistance ou de réactance en série avec l'arc, montage d'arcs en série, régulation des électrodes).

**Puissance de l'arc.**

La loi de Joule est encore applicable à l'arc ; mais pratiquement, la résistance de l'arc diminue lorsque l'intensité du courant augmente ; il s'ensuit que la *puissance* croît avec  $I$  (et non avec  $I^2$ ) et que la loi de Joule est masquée par la réduction de la résistance.

Industriellement, on a surtout recours à l'arc court ou à faible tension (fours à arcs, soudure à l'arc), l'arc long étant réservé à des cas particuliers.

**Différentes sortes d'arcs.**

L'arc peut être monophasé, triphasé ou diphasé. On distingue (fig. 8) :

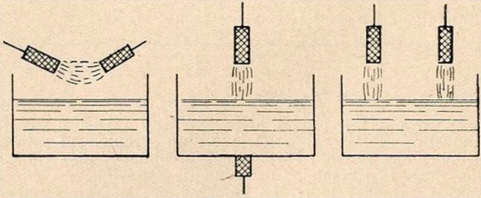


Fig. 8

- l'arc libre ou arc indirect qui jaillit entre les électrodes, sans toucher la matière à traiter ;
- l'arc sur charge ou arc direct qui se produit entre les électrodes et la charge.

**Electrodes.**

Elles sont en graphite ou en carbone (fours et appareils de soudure) ou en métal (soudure).

**CHAUFFAGE PAR RAYONS INFRA-ROUGES**

Ce mode de chauffage repose sur les *propriétés thermiques des rayons infra-rouges*. Ces rayons sont faciles à produire en grande quantité et sont bien absorbés par un grand nombre de substances, tout au moins dans certaines limites de longueurs d'ondes (notamment de 12 000 à 16 000 angströms).

**Production des rayons infra-rouges.**

Au moyen de lampes spéciales à ampoule de verre, à filament de tungstène, de forme appropriée, à réflecteur intérieur (jusqu'à présent sphérique ou parabolique), de 250 W.

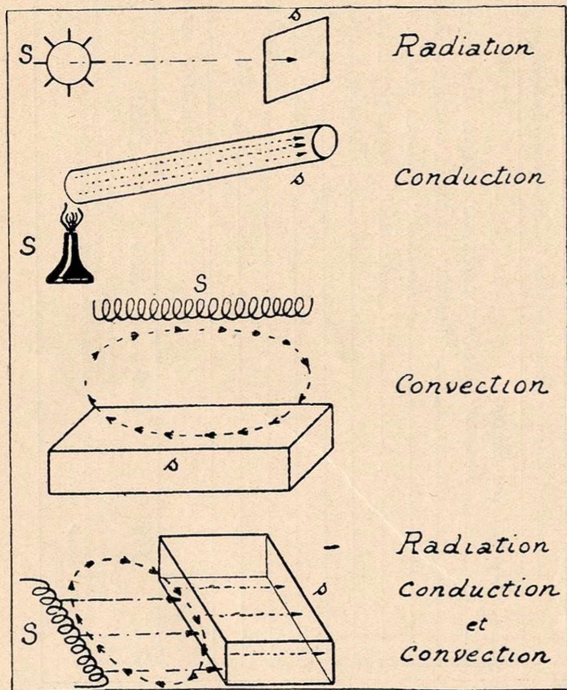
### Absorption des rayons infra-rouges.

Lorsque les radiations infra-rouges rencontrent une substance opaque, ils sont plus ou moins absorbés par la substance et l'énergie transportée se dégrade ainsi plus ou moins en énergie thermique.

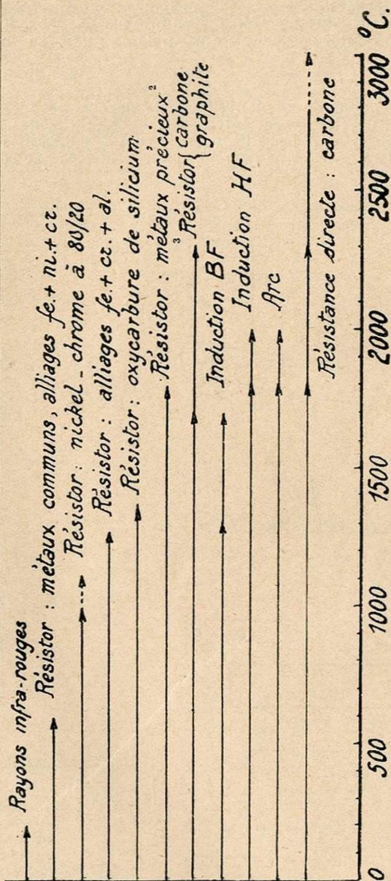
### Applications.

Les applications de ce nouveau mode de chauffage susceptible d'un développement intéressant — étant récentes, nous n'en signalerons que peu d'exemples et les indications que nous donnons à ce sujet ne devront être considérées que comme provisoires.

### Principaux modes de transmission de la chaleur



Températures obtenues couramment dans les appareils électrothermiques industriels usuels <sup>1</sup>



<sup>1</sup> Les limites sont évidemment approximatives. Elles correspondent aux cas que l'on rencontre plus ou moins fréquemment dans l'industrie. On peut, bien entendu, réaliser des températures plus élevées, sous certaines conditions, par exemple, dans les fours de laboratoire, dans certains fours particuliers en atmosphère spéciale ou dans le vide.

<sup>2</sup> En atmosphère spéciale.

<sup>3</sup> Dans le vide.



TABLEAU RECAPITULATIF des DIVERS MODES  
de CHAUFFAGE et de leurs APPLICATIONS



Mode de chauffage	Principe	Classification	Applications	Appareils
Résistance	loi de Joule	chauffage interne (1) } le courant traverse directement la substance chauffage externe (1) (résistor) } résistance métallique (Ni, Cr, notamment,) } } résistance non métallique	domestiques, rurales, commerciales, artisanales, industrielles, laboratoire.	tous appareils les plus divers ; de toutes dimensions, capacités et puissances ; notamment fours et étuves industriels et appareils domestiques.
Induction	lois de l'induction et de Joule	appareils avec circuit magnétique fermé appareils sans circuit magnétique fermé	industrielles, laboratoire.	fours et appareils spéciaux.
Arc	propriétés thermiques de l'arc	arc direct (sur la charge) arc indirect (libre)	industrielles, laboratoire.	fours à arcs et appareils de soudure à l'arc.
Rayons infrarouges	propriétés thermiques des rayons IR		industrielles (récentes), artisanales et laboratoire (ultérieurement).	étuves et appareils divers.
Rayons cathodiques	propriétés thermiques des rayons cathodiques		exceptionnelles (laboratoire).	fours.

(1) Chauffage interne : effet Joule produit dans la substance elle-même  
 Chauffage externe : effet Joule produit dans une résistance extérieure (corps de chauffe ou résistor).

## QUELQUES RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES

### Distribution de l'énergie électrique en France.

Répartition de la consommation électrique.

Applications	1938	1939	
	milliers de kWh	milliers de kWh	p. c.
Électrochimie et électrometallurgie. . . . .	3 547 538	4 222 765	24
Traction électrique.. . . .	1 114 147	1 153 577	6
Autres usages (haute tension). . . . .	8 611 426 (1)	9 208 036	52
Éclairage et usages domestiques	2 379 010	2 186 297	13
Force motrice (basse tension). . . . .	801 234	816 036	5
<b>Totaux.. . . .</b>	<b>16 453 355</b>	<b>17 586 711</b>	<b>100</b>

(1) Dont : 2 015 000 pour l'industrie minière.  
1 710 000 pour l'industrie métallurgique.  
4 866 426 pour des industries diverses.

Répartition de la consommation domestique (1938).

Applications	Abonnés p. c.	Consommation moyenne par abonné kWh	Puissance moyenne installée kW	Utilisation annuelle moyenne h
Éclairage. . .	100	136	0,16	850
Cuisine ..	2,5	700	3,10	225
Eau chaude. . .	0,9	2 000	1,60	1 280
Réfrigération	0,5	400	0,20	200
Chauffage.	0,7	2 300	2,50	920
Radiodiffusion	54	18	0,03	600

N.-B. — L'année 1938 est considérée comme la dernière année normale d'avant guerre.

### Nombre d'appareils électrothermiques en service (fin 1944)

Il n'existe à ce sujet aucune statistique précise. A seul titre indicatif et pour la France seulement :

*Résistance.* — Aucune indication ne permet actuellement de se faire une opinion. Très grand nombre d'appareils en service. Enquête en cours.

*Induction.* — Tableau suivant (sous toutes réserves), unique  
ment pour les fours :

B F	=	170
H F (alternateur)	=	75
H F (éclateur)	=	85
H F (divers)	=	10
Total :		340

*Arc.* — A notre connaissance, le nombre des fours dits à arcs (« fours à arcs » proprement dits et « fours à électrodes » du type « fours à arcs » fonctionnant à résistance) en service est de l'ordre de 350. 200 de ces fours sont équipés avec des électrodes en graphite et se répartissent comme suit :

aciers	=	147
fontes	=	11
ferros spéciaux	=	30
métaux non ferreux	=	12

Les autres fours sont équipés avec des électrodes en carbone amorphe ordinaires (environ 110 appareils) ou Söderberg ou Mi-guet (environ 40 appareils).

Le nombre des appareils de soudure à l'arc en service peut être évalué à environ 12 000.

*Rayons infra-rouges.* — Applications très récentes et, par suite, encore en petit nombre.

#### **Puissance des appareils électrothermiques en service (fin 1944)**

*Résistance.* — Toutes puissances : de quelques watts à quelques milliers de kW. En principe, aucune limitation, à notre connaissance, la puissance maximum unitaire est actuellement de 15 000 kW (four à électrodes pour carbure de calcium, chaudière à électrodes, etc.) pour les appareils de chauffage direct (courant traversant directement la substance à chauffer) et de 2 000 kW pour les appareils à résister (fours de traitement thermique des métaux).

*Induction.* A notre connaissance, les puissances maximales unitaires réalisées jusqu'à ce jour en France sont les suivantes

B F avec noyau magnétique fermé	—	300 kW	—	1 200 kg
B F sans noyau magnétique fermé	—	200 kW	—	500 kg
H F avec éclateur		75 kW	—	50 kg
H F avec alternateur		1 600 kW	—	8 000 kg
H F avec lampes thermoïoniques		150 kW		50 kg

*Arc.* — A notre connaissance, la puissance du four à arcs le plus important qui ait été installé jusqu'à ce jour est de 15 000 kVA (9 000 kVA en France).



*Rayons infra-rouges.* — Les étuves les plus importantes installées récemment en France comportent quelques centaines de lampes de 250 watts ; dans une usine américaine, le nombre des lampes à I R installées serait de l'ordre de 10 000 pour l'ensemble des étuves en service.

*Rayons cathodiques* (pour mémoire). Puissance de 3 kW

Nous ne savons pas quelle est, dans le monde, l'usine dont la puissance installée en appareils électrothermiques est le plus considérable. En France, l'usine la plus importante est, à notre connaissance, une usine électrosiderurgique comportant :

7 fours à arcs d'une puissance totale de :	26 000 kW
2 fours à induction d'une puissance totale de :	650 kW
54 fours à résistance d'une puissance totale de :	12 870 kW

Total : 39 520 kW

## REMARQUES IMPORTANTES

*Les nombres qui figurent dans le présent mémento ne doivent évidemment pas être considérés comme des valeurs absolues.*

1° *On sait en effet que les températures de fusion, de traitement thermique ou chimique ou de cuisson des corps par exemple, ne sont pas toujours parfaitement connues et que, dans la pratique courante, ce sont les valeurs approximatives qui importent seules.*

2° *Les traitements usuels ne sont pas toujours absolument déterminés et peuvent varier sensiblement d'un usager à un autre, soit que les substances à traiter ne soient pas tout à fait les mêmes, soit que l'on veuille obtenir des résultats plus ou moins différents, soit encore que ces substances de base ne puissent pas être obtenues toujours identiques à elle-mêmes.*

3° *Ce qui importe essentiellement, c'est d'avoir un ordre de grandeur, c'est-à-dire des valeurs moyennes ou des valeurs extrêmes, et de pouvoir établir des comparaisons entre les différents modes opératoires, toutes conditions de travail étant égales par ailleurs. C'est à quoi ce petit mémento cherche à répondre.*

4° *Les dimensions données pour les appareils sont des valeurs moyennes, en général dimensions d'une fabrication de série d'un constructeur. Jusqu'à présent, les dimensions des appareils thermiques n'ont pas été normalisées.*

# I. Applications domestiques

Les applications domestiques du chauffage électrique sont importantes et leur développement est rapide et régulier.

Elles peuvent être classées comme suit :

- Chauffage de l'eau.*
- Cuisine (cuisson des aliments).*
- Chauffage des locaux.*
- Lavage et repassage.*
- Toilette et soins corporels.*
- Divers.*

Tous les appareils usuels sont à chauffage par résistance.  
Principaux avantages : commodité et propreté.

## À. CHAUFFAGE DE L'EAU

En principe, chauffe-eau à accumulation, sauf pour les petits appareils. Avantages de l'accumulation : tarif préférentiel pour le prix du courant.

### a) Chauffe-eau à accumulation.

Caractéristiques des chauffe-eau à accumulation :

Contenance	Dimensions en mm		Puissance kW
	diamètre	hauteur	
Chauffe-eau verticaux muraux			
15	310	650	0,3
30	360	820	0,4
50	450	1 000	0,6
75	500	1 375	0,9
100	500	1 500	1,2
125	500	1 600	1,5
150	500	1 700	1,8
Chauffe-eau verticaux à socle			
100	500	1 400	1,2
125	500	1 600	1,5
150	550	1 580	1,8
200	600	1 640	2,5
300	650	1 780	3,6
400	750	1 870	4,5
500	800	1 890	5,4
600	860	1 980	6,6
800	1 000	2 035	9
1 000	1 000	2 500	10,8

### Besoins en eau chaude.

Usages	Consommation
Cabinet de toilette (par lavabo)	20 l par jour.
Salle de bains. . . . .	} 75 à 90 l par bain. 15 l par douche.
Cuisine ( pour 2 ou 3 personnes. . . . . et ménage { par personne supplémentaire.	

### Détermination de la contenance des chauffe-bains.

Nombre de bains par jour	1	2	3
Capacité des chauffe-eau en litres	100	150	200

### Consommation d'énergie électrique.

La consommation globale est évidemment fonction de la quantité d'eau chaude consommée. La consommation en Wh par litre d'eau diminue si la quantité d'eau consommée augmente ; elle dépend également de la capacité de l'appareil utilisé :

#### Chauffe-eau de 30 litres.

Quantité d'eau consommée par jour en l	0	10	20	30
Consommation totale en Wh.	1 100	1 850	2 600	3 350
Consommation par litre en Wh.		185	130	112

#### Chauffe-eau de 50 litres.

Quantité d'eau consommée par jour en l	0	10	20	30	40	50
Consommation totale en Wh. . .	1 600	2 350	3 100	3 850	4 600	5 350
Consommation par litre en Wh. . .		235	155	128	115	107

**Chauffe-eau de 100 litres.**

Quantité d'eau consommée par jour en l	0	25	50	75	100
Consommation totale en Wh .. . . .	2 500	4 375	6 250	8 125	10 000
Consommation par litre en Wh .. . . .		175	125	108	100

**Petits appareils pour le chauffage de l'eau.**

**Bouilloires.**

Contenance l	Puissance W	Durée de chauffage mn
0,5	300	12
1	500	14
2	700	20

La consommation de courant pour porter 1 litre d'eau de 20° C à l'ébullition est d'environ 110 Wh.

**Percolateurs.**

Contenance en tasses	Puissance W	Durée de chauffage mn	Consommation en Wh par tasse
2 à 4	300	8 à 12	12
6	500	10	12
8	600	12	12

**Théières.**

Contenance en tasses	Puissance W	Durée de chauffage mn	Consommation en Wh par tasse
6	500	14	16
8	600	20	16

## Thermo-plongeurs.

Longueur mm	Diamètre mm	Puissance en W par cm de longueur	Durée de chauffage de l'eau	Consommation en Wh par litre
de 5 à 50	de 15 à 30	de 10 à 40	7 mn p. une capac. de 1 l et une puis. de 1 kw	de 110 à 120

## B. CUISINE

Deux éléments essentiels : le four, le foyer de cuisson.

Le réchaud possède un ou plusieurs foyers. La cuisinière est un appareil mixte comportant fours et foyers.

D'autres petits appareils sont également utilisés.

### a) Fours.

#### Modèles de fours.

Type	Dimensions utiles (mm)			Puissance (W)	
	largeur	hauteur	profond <sup>r</sup>	voûte	sole
Petit ..	320	235	310	1 200	1 000
Moyen	320	235	370	1 300	1 100
Grand. . .	320	235	450	1 500	1 300

#### Tableau d'emploi.

Indication du commutateur	Utilisation
Allure 3 (voûte seule) .	mets nécessitant une chaleur rayonnante (rôtis, gratin, grillades)
Allure 2 (sole seule) ..	chaleur obscure ; chauffage préalable pour pâtisserie.
Allure 1 (voûte et sole en série)	cuissons à température moyenne.
Allure 0 (courant coupé)	terminaison des cuissons à température douce.



### b) Foyers.

Deux sortes : foyers à feu vif ou à serpent, foyers obscurs ou plaques.

#### Foyers feu vif.

Diamètre mm	Puissance pour différentes allures (W)		
	3	2	1
145-180	1 200	750	280
180	1 800	1 200	380
220	2 500	1 250	025

#### Plaques ou foyers obscurs.

Diamètre mm	Puissance pour différentes allures (W)		
	3	2	1
145	800	400	200
	1 000	300	200
	1 200	260	200
180	1 200	340	240
	1 500	300	240
	1 800	290	240
220	1 800	400	300
	2 100	350	300
	2 400	350	300

### c) Réchauds.

Nombre de plaques	Puissance (W)
1	1 200
2	2 400

### d) Cuisinières (modèle ordinaire)

Nombre de plaques	Nombre de foyers	Puissance en W
2 ou 3	1	de 4 200 à 5 800
4	1	6 800
5 ou 6	2	9 600

### Choix de la cuisinière en fonction du nombre de personnes.

Nombre de personnes	Plaques				Four W	Puissance totale W
	nombre	diamètre mm	puissance W	utilisation		
1 à 2	1	180	1200	cuisson lente coup de feu	1200	4200
	1	220	1800			
3 à 5	1	180	1200	cuisson lente coup de feu	1300	5800
	1	220	1500			
	1	220	1800			
6 à 8	1	145	800	cuisson lente coup de feu	1500	6800
	1	180	1200			
	1	220	1500			
	1	220	1800			

### Consommation d'énergie électrique.

Elle est fonction : du nombre de personnes, du genre de vie, de la façon de cuisiner. Compter sur une moyenne de 1,4 à 0,8 kWh par jour et par personne, suivant le nombre de personnes, compte non tenu du chauffage de l'eau pour les besoins de la cuisine.

Nombre de personnes du ménage	2	3	4	5	6	7
Consommation quotidienne en kWh..	2,8	3,6	4,2	4,7	5,1	5,5

### e) Appareils accessoires.

#### Gaufriers.

Puissance W	Nombre de places	Dimensions des gaufres mm	Durée de chauffage préalable mn	Durée de la cuisson mn
450	1	160 × 90	10	2

### Grille-pain.

Puissance W	Nombre de tranches de pain	Surface chauffante mm	Consommation par tranche Wh
500	2	110 × 130	5

### Grille-viande.

Puissance W	Nombre de biftecks	Surface chauffante mm	Durée du chauffage préalable mn	Durée de la cuisson mn
700	2	170 × 90	10	3

### Chauffe-plats à accumulation.

Puissance W	Diamètre mm	Durée du chauffage préalable mn	Durée de la restitution mn
300	230	10	60

## C. CHAUFFAGE DES LOCAUX

Trois catégories d'appareils : chauffage direct, semi-accumulation, accumulation.

### a) Radiateurs directs ou à action immédiate.

La quantité de chaleur qu'ils ont accumulée et qu'ils peuvent restituer est insuffisante pour maintenir à 1° C près, pendant plus de 30 mn après coupure du courant, la température de la pièce dans laquelle ils sont placés.

Deux sortes : radiateurs obscurs, radiateurs lumineux.

#### Caractéristiques usuelles des radiateurs obscurs.

Désignation	Caractéristiques
Tubes chauffants.	$d = 6 \text{ mm}$ ; $L = 500 \text{ à } 2\,000 \text{ mm}$ ; $P = 200 \text{ W:m}$ ; temp. des parois : 90° C.
Radiateurs portatifs.	$P = \text{de } 0,5 \text{ à } 5 \text{ kW}$ ; trois allures : 1/4, 2/4, 4/4.
Radiateurs à eau.	$P = \text{de } 0,5 \text{ à } 3 \text{ kW}$ ; trois allures : 1/4, 2/4, 4/4.

### Caractéristiques usuelles des radiateurs lumineux.

Désignation	Caractéristiques
Paraboliques...	P = de 300 à 800 W
Cheminées ..	P = de 0,5 à 3 kW ; deux allures 1/2, 2/2 ou trois allures 1/3, 2/3, 3/3

#### b) Radiateurs à semi-accumulation.

Ces appareils peuvent maintenir, lorsqu'ils sont en régime, pendant 2 à 3 heures après coupure du courant, à 2° C près, la température du local dans lequel ils sont placés.

Puissance en kW	1	2	3
Volume en m <sup>3</sup> . ..	20	50	80

Trois allures de réglage : 1/4, 2/4, 4/4.

#### c) Radiateurs à accumulation.

Ces appareils sont conçus pour n'être mis sous tension qu'aux heures creuses et assurer cependant, en permanence, le chauffage du local dans lequel ils sont placés.

Kilo calories disponibles en fin de charge.	7 500	10 000	15 000	22 000	
Puissance en W { pour une charge { d'une durée de {	6 h.	2 000	2 500	4 000	5 000
	8 h.	1 500	2 000	3 000	4 000
	10 h.	1 200	1 750	2 500	3 500

#### Températures adoptées généralement pour la détermination des puissances de chauffage :

Type du local	Salon Salle à manger	Chambre à coucher	Salle de bains	Vestibule	Chambre de malade
Température en °C	18-20	12-15	22	12-15	20-22

## Détermination de la puissance des appareils à installer :

a) Classer le local dans une des catégories indiquées ci-dessous :

Situation du local	abrité (1)						exposé (2)					
	+ 5			- 5			+ 5			- 5		
Température extérieure (°C) . . . .												
Température du local (°C) .. .	12	15	20	12	15	20	12	15	20	12	15	20
Catégorie .....	1	2	3	4	5	6	2	3	5-6	6	7	8

(1) local abrité : local entouré d'autres locaux chauffés ou tempérés.  
(2) local exposé : local en plein vent et en contact direct avec l'air extérieur sur ses diverses faces.

b) Appliquer le barème suivant qui donne la puissance nécessaire en W pour un chauffage direct suivant le volume et la catégorie du local :

Volume en m <sup>3</sup>	Catégorie							
	1	2	3	4	5	6	7	8
20	350	500	750	850	1 000	1 250	1 500	1 850
40	650	900	1 350	1 500	1 800	2 250	2 700	3 300
60	850	1 200	1 800	2 000	2 400	3 000	3 600	4 400
80	1 050	1 500	2 250	2 500	3 000	3 750	4 500	5 500
100	1 250	1 800	2 700	3 000	3 600	4 500	5 400	6 600
150	1 800	2 600	3 900	4 400	5 200	6 500	7 800	9 600
200	2 250	3 200	4 800	5 400	6 400	8 000	9 600	11 800
300	2 950	4 200	6 300	7 200	8 400	10 500	12 600	15 600
400	3 800	5 400	8 100	9 200	10 800	13 500	16 200	20 000
500	4 500	6 400	9 000	10 900	12 800	16 000	19 200	23 700
750	6 300	9 000	13 500	15 300	18 000	22 500	27 000	33 300
1 000	7 700	11 000	16 500	18 700	22 000	27 500	33 000	40 000

### Consommation d'énergie électrique.

Fonction du genre de chauffage adopté, de la durée du chauffage, du soin apporté au réglage, de la rigueur de la saison. Valeur variable. En première approximation, admettre pour un hiver normal une consommation égale à 900 ou 1 000 fois la puissance déterminée à l'aide du barème ci-dessus (soit une utilisation annuelle de 900 ou de 1 000 h).

## D. LAVAGE ET REPASSAGE

### a) Lavage : lessiveuses.

Caractéristiques des lessiveuses électriques usuelles.

Contenance l	Poids de linge sec kg	Diamètre mm	Hauteur mm	Puissance W
20	3	310	400	400
50	7	480	500	650
100	14	580	1 000	1 100

Le linge est bouilli en 5-8 h (tarif de nuit).

### Consommation d'énergie électrique :

Deux cas :

1° Si la machine à laver fonctionne entièrement à l'électricité (force motrice et chauffage), on peut admettre en moyenne les consommations du tableau suivant :

Nombre de personnes du ménage.	2	3	4	5	6
Consommation mensuelle en kWh.	32	33	37	43	55

2° Si la machine est alimentée par une distribution générale d'eau chaude d'immeuble, le chauffage électrique sert uniquement à « cuire le linge » dans la lessiveuse. Les consommations sont alors les suivantes :

Nombre de personnes du ménage.	2	3	4	5	6
Consommation mensuelle en kWh.	15	16	17	18	19

Dans le 2° cas, compter en plus, pour un ménage de 5 personnes et pour 50 kg de linge lavé (lessive d'un mois), environ 300 l d'eau chauffée à 69-70° C, soit 20 kWh.

### b) Repassage : fers à repasser.

#### Fers à repasser.

Caractéristiques usuelles des fers à repasser :

Modèle	Puissance W	Temps maximum pour atteindre la température de repassage de 250° C mn
Léger ...	200	6 à 10
Moyen	300	11 à 15
Lourd...	400	12 à 14

Les fers précédents sont des fers à semelles, généralement chromés et munis d'un fil de raccordement à une prise de courant. Dans certains cas, ces fers sont munis d'un interrupteur automatique qui coupe le courant lorsque la température désirée est atteinte.

Il existe aussi (voir également volume III) des fers analogues aux précédents, mais sans fil de raccordement, que l'on dispose sur des socles spéciaux chauffants, socles qui peuvent comporter un régulateur de température.

## E. TOILETTE ET SOINS CORPORELS

### Chauffe-lit à accumulation :

Forme	Dimensions		Puissance W	Durée de mise sous tension mn	Durée de la restitu- tion h
	diamètre mm	longueur mm			
Généralement cylindrique.	100 à 120	250	300	10 à 15	4 à 6

### Chauffe-pieds :

Présentation	Dimensions		Puissance W	Régulation
	longueur mm	largeur mm		
Tabouret, pupitre, forme plate.	300	250	35 à 50	pas de thermostat.

### Chauffe-fers à friser :

Forme	Dimensions		Puissance W
	diamètre mm	longueur mm	
Généralement cylindrique.	120	160	100

### Fers à friser :

Modèle	Puissance W
1 branche chauffante.... ..	24

### Seche-cheveux ménage :

Modèle	Puissance		Puissance suivant allure	
	du corps de chauffe W	du moteur W	air chaud W	air froid W
Petit.	300	40	340	40
Moyen.	400	40	440	40

### Couvertures chauffantes :

Dimensions mm	Puissance W	Nombre d'allures	Régulation de la température
1250×1000	150 à 250	1	1 ou plusieurs thermostats

### Tapis chauffants :

Dimensions mm	Puissance W	Nombre d'allures	Régulation de la température
350×350	50	1	1 thermostat

### Thermoplasmes :

Dimensions mm	Puissance W	Allures W	Régulation de la température
250×350	60	60-30-15	1 ou plusieurs thermostats

## F. DIVERS

*Allume-feu :*

P = de 300 à 400 W

*Allume-cigares :*

P = de 15 à 20 W



## II. Applications agricoles

Les applications rurales agricoles du chauffage électrique peuvent être classées comme suit :

*Cuisson des aliments pour le bétail.*

*Aviculture.*

*Chauffage des bâches ou couches.*

*Séchage des fruits et légumes.*

*Séchage du foin.*

Tous les appareils usuels sont à chauffage par résistance.

Principaux avantages : commodité, régularité de la température.

### A. CUISSON DES ALIMENTS POUR LE BETAIL

#### Chaudrons cuiseurs.

Cuisson normale de nuit : tarif préférentiel pour le courant.

Cuisson de pommes de terre, betteraves, tubercules et racines, riz, maïs, farine.

Capacité l	Contenance en pommes de terre kg	Puissance W	Consommation par cuisson kWh
50	35	950	5 à 6
100	70	1 650	9 à 11
150	105	2 400	13 à 15
200	140	3 000	16 à 18
250	175	3 500	19 à 21

Compter sur 50 l de nourriture cuite pour 3 ou 4 porcs adultes.

### B. AVICULTURE

Deux catégories d'appareils : couveuses, éleveuses.

#### a) Couveuses :

Principaux avantages : température régulière et automatiquement constante, imitation intégrale de la nature.

### Caractéristiques usuelles des couveuses.

Capacité œufs	Puis- sance W	Consom- mation en 24 h : kWh	Dimensions approximatives en mm		
			profond.	largeur	hauteur
<i>a) Petit modèle (type familial)</i>					
90	50	0,6 à 1	0,60	0,70	0,35
100	75	0,9 à 1,5	0,60	0,85	0,35
150	100	1 à 1,6	0,70	0,70	0,45
200	150	1,1 à 1,8	0,75	1	0,50
400	250	1,5 à 2,2	0,75	1,70	0,50
<i>b) Grand modèle (type « mammoth »)</i>					
1 400	600	5 à 6	0,90	1	1,40
2 000	960	6 à 7	1,45	1,05	1,85
4 300	960	9 à 10	1,90	1,30	1,85
9 200	1 920	11 à 12	1,90	3,10	1,85
30 000	4 800	32 à 34	1,90	8,80	1,85

Le réglage de la température est assuré automatiquement.

### Consommation moyenne d'énergie électrique par incubation (poulets).

Capacité de la couveuse en œufs	150	151 à	301 à	1 000 à	6 000 à	13 000 à	30 000
			300	600	1 500	10 000	15 000
Consommation en kWh par 1 000 œufs incu- bés.	179	134	123	45	32	22,8	21

### Durée et température d'incubation.

Type d'œufs	Durée d'incubation	Température moyenne (°C)
Poules .. .. .	21 jours	40
Faisanes . . . . .	23 »	40
Pintades.. .. .	26 »	40
Dindes et canes.. . . .	28 »	39
Oies... .. .	30 »	39

## b) Eleveuses :

Principaux avantages : température régulière et constante, élevage en toutes saisons et sans aléa, commodité d'emploi.

### Caractéristiques usuelles des éleveuses.

Capacité : nombre de poulets	Puissance W	Surface par poulet cm <sup>2</sup>	Consommation par poulet pour traitement de 42 jours kWh
50	300	2 500	0,70
100	200	100	0,85
150	90	100	0,65
200	300	484	0,45
350	750	324	0,728
600	900	144	0,47

Réglage de la température, manuel ou automatique.

### Variation de la température avec l'âge du poulet.

Age du poulet ( <sup>eme</sup> jour)	du 1 au 7	du 8 au 15	du 16 au 21	du 22 au 42
Température à maintenir (°C)	34 à 32	30	28 à 26	24 à 22

## C. CHAUFFAGE DES BACHES OU COUCHES

### a) Couches sous châssis :

Principaux avantages : température régulière, répartition uniforme de la chaleur, commodité, simplicité.

Emploi de câbles chauffants : fil de nickel-chrome protégé et isolé par gaine de plomb et éventuellement tôle agrafée et enduit compound supplémentaire.

1° Caractéristiques principales des câbles sous plomb usuels :

Diamètre du fil chauffant mm	Résistance du fil chauffant $\Omega$ :m	Puissance maximum admissible W:m	Diamètre extérieur du câble mm	Poids kg:km	différence de potentiel maximum V:m	Utilisation du câble								
						110 V		220 V		longueur m	puissance kW	(x)	longueur m	(x)
						puissance kW	longueur m	puissance kW	longueur m					
0,40	40	30	6,50	207,3	35	0,095	3,15	0,19	6,3					
0,55	4,40	30	4,15	103,3	11,6	0,255	9,5	0,57	19					
0,65	1,44	30	4,55	124,6	6,5	0,500	15,7	1	33,4					
0,80	0,95	30	4,80	129,3	5,3	0,620	20,7	1,24	41,2					
0,85	0,27	30	4,85	131,4	2,8	1,15	35,5	2,30	77					

(x) Les 4 dernières colonnes donnent la longueur minimum et la puissance maximum du câble suivant la valeur de la tension d'alimentation.

2° Consommation nécessaire pour élever de 1° C la température du sol : 50 Wh par 24 heures et par m<sup>2</sup>

3° Tableau des puissances pour une élévation de 20° C, fonction de la durée de mise sous tension.

Durée du chauffage en h.	24	20	16	12	10	8
Puissance en W:m <sup>2</sup> .	40	50	60	80	100	125

4° Comparaison des trois genres de couches (fumier, électrique, mixte) :

Genre de la couche.	Epaisseur de la couche de fumier en cm	Puissance pour un chauffage de 8 h par jour W/m <sup>2</sup>
Couche au fumier ..	40 à 50	125
Couche électrique		
Couche mixte (charge de fumier — couche chauffée électriquement)	10 à 15	50

5° Consommation en fonction de la durée de la croissance.

La température de la couche doit être réglée au fur et à mesure de la croissance de la plante, la température la plus élevée étant maintenue pendant la germination. La consommation spécifique varie en sens inverse de la durée de la croissance.

Ex. de consommation pour une température moyenne de couche de 15° C :

Durée d'exploitation (jour)	45	60	75	90	120
Consommation de courant (kWh/m <sup>2</sup> )	30	40	45	50	53

#### b) Couches placées dans des serres chauffées :

1° Puissance pour la couche : 50 W:m<sup>2</sup>.

2° Puissance pour le chauffage de l'air :

Surface de la serre au sol en m <sup>2</sup> .. .. .	50	100	150 et plus
Puissance en W:m <sup>2</sup>	130	120	100

**Table des températures de germination maximum, minimum et optimum pour quelques légumes :**

	Germination					
	Minimum		Maximum		Optimum	
	tempé- rérat. °C	nombre de jours	tempé- rérat. °C	nombre de jours	tempé- rérat. °C	nombre de jours
Radis...	4	23	25	2	10-15	7-3
Laitue	5	20	26	3	15-20	6-3
Chou-fleur	5	23	25	4	10-20	11-4
Pois	4	25	25	4	10-20	10-4
Oignons...	6	30	26	7	12-22	14-8
Persil	7	35	25	9	14-22	15-9
Céleri...	7	40	28	9	14-24	15-9
Haricots	11	26	27	3	15-22	10-4
Tomates	11	25	28	5	17-24	10-6
Concombres	14	16	28	3	22-28	5-3
Melons	16	20	30	5	22-28	6-5

#### D. SECHAGE DES FRUITS ET DES LEGUMES

Chauffage par résistance ou par rayons infra-rouges.

##### a) Chauffage par résistance :

Séchoirs ménagers.

Ventilation	Caractéristiques des claies				Puissance W
	forme	dimensions mm	nombre	surface totale m <sup>2</sup>	
Naturelle	ronde	d = 350	4	0,40	300
d°	rect.	360 × 450	4	0,45	400
d°	carrée	300 × 300	6	0,44	500
d°	rect.	400 × 500	5	1	1 000

### Installation de séchage en commun.

Ventilation	Caractéristiques des claies.				Puissance W
	forme	dimensions mm	nombre	surface totale m <sup>2</sup>	
Artificielle (ventilateur)	rect.	600 × 900	12	6,7	12
d°	d°	600 × 1 200	14	10,4	14,2
d°	d°	500 × 1 000	36	18	18
Naturelle . .	d°	900 × 1 000	42	21	19

### Données relatives à l'exploitation des appareils de séchage.

Les tableaux suivants se rapportent à des appareils divers et à des résultats d'exploitation ou à des essais faits de divers côtés :

Produits traités	Charge des claies par m <sup>2</sup> de surface des claies kg	Durée du séchage h	Tempé- rature de séchage °C	Rendement de légume vert (1) p. 100	Production moyenne par 24 h et par m <sup>2</sup> de surface de claies kg
Poires.	25	48 à 72	75	20 à 25	10
Pommes en quartier.	10	16	60	10 à 14	15
Pommes en rond . . .	8	12	60	10 à 14	16
Pruneaux	16	24	60	20 à 30	16
Haricots	6	8	60	10	14
Petits légu- mes (ju- lienne)	4 à 6	8	50	10	24
Pommes de terre.	4 à 8	7 à 10	70	20	18-22

(1) Le rendement de légume vert est le rapport en p. 100 du poids de légume sec au poids de légume vert traité.

Produit	Nombre de claies	Poids du légume vert kg	Poids du légume sec kg	Poids du lég. sec en p. 100 du poids du lég. vert	Cons. par kg de poids de légumes verts kWh
Pommes en tranches fines .	2	3	0,35	12	0,80
Poires coupées en deux	2	2,75	0,30	11	0,91
Abricots . . .	3	4,11	1,23	30	1,41
Petits pois écossés	2	2,20	0,50	23	0,86
Haricots . .	2	2	0,19	10	1,47
Tomates . .	2	2,70	0,10	4	1,05
Epinards. ....	2	1,20	0,24	20	1,60

N. B. — Résultats obtenus dans le four d'une cuisinière électrique.

Nature	Température en °C		Durée approximative du séchage (1)	Consommation approximative en kWh	Rendement moyen en poids du produit initial p. 100
	Initiale	Finale			
Betteraves . . . .	80	50	4	1,7	10
Pommes de terre ..	70	50	4	1,5	16 à 18
Céleri, navets, poireaux, rutabaga	70	50	4	2,2	12
Carottes . . . .	70	50	4	2,5	7 à 8
Oignons . . . .	60	45	3	1,2	10
Chou, chou-fleur .	80	60	4	1,5	8 à 10
Haricots verts . .	75	45	4	1,8	12
Petits pois, haricots (grains) . . . .	70	50	5	2	15 à 20
Persil. . . . .	60	45	1	0,5	8
Herbes potagères, champignons .	60	45	4	1,8	12
Pommes, poires .	90	50	6	2,5	12
Prunes . . . .	80	50	12	4,5	30
Cerises . . . .	70	45	10	4	18
Abricots et pêches .	70	45	7	3	20
Raisins . . . .	75	45	30	9	20 à 25
Tomates . . . .	75	50	5	2,5	10 à 15

(1) Pour un poids initial de matière à traiter de 1 kg 500 à 2 kg.  
N. B. — Résultats obtenus avec un petit évaporateur de 450 à 500 W.



## b) Chauffage par rayons infra-rouges :

Séchoir du type étuve :

Compter en première approximation sur une consommation de 1,25 à 1,75 kWh par kg de fruits ou légumes, durée de 3 à 4 h, pour une opération sans ventilation. En principe, ne pas dépasser 60° C dans le fruit pour éviter d'affecter les vitamines.

A titre indicatif, on a obtenu les résultats suivants avec une étuve de 1 000 × 1 000 × 1 000 mm; 6 claies de 1 m<sup>2</sup>, 16 lampes de 250 W convenablement disposées, soit P=4 kW.

Fruit	Poids au m <sup>2</sup> kg	Durée de séchage h	Consom. kWh/kg	Observations
Abricots.	15	3,5	0,93	Fruits coupés en 2
Pêches ..	15	4	1,07	
Poires...	12	4,5	1,50	Fruits coupés en tranches de 1 cm d'épaisseur
Pommes.	10	4	1,60	

## E. SECHAGE DE L'HERBE

Chauffage par résistance avec convection.

### Caractéristiques d'un séchoir à fourrage.

Puissance globale :

1 000 kW se décomposant en : chauffage, 900 kW; services annexes (force motrice), 100 kW

Quantité d'herbe traitée par heure :

1 200 kg d'herbe fraîche donnant 180 kg d'herbe sèche.  
1 450 kg d'herbe flétrie donnant 320 kg d'herbe sèche.

Consommation par kg d'herbe sèche :

provenant d'herbe fraîche : 5,5 kWh ;  
provenant d'herbe flétrie : 3,1 kWh.



### III. Applications commerciales et artisanales

Les applications commerciales et artisanales du chauffage électrique peuvent être classées comme suit :

Applications dans l'alimentation { *grande cuisine*  
*boulangerie, biscotterie, pâtisserie*  
*charcuterie*  
*divers*

Chauffage et conditionnement de l'air des locaux.

Autres applications { *bois, papier, cuir;*  
*tailleurs, blanchisseurs, chapeliers, mo-*  
*distes;*  
*coiffeurs;*  
*métaux;*  
*émailleurs, céramistes;*  
*médécins, dentistes, pharmaciens;*  
*véhicules, garages;*  
*liquides divers.*

les appareils usuels sont à chauffage par résistance.

Principaux avantages : commodité, simplicité, souplesse, propreté, hygiène, sécurité.

#### A. ALIMENTATION

##### a) Grande cuisine.

Trois catégories :

— cuisines de réfectoires et de cantines, servant à heure fixe des repas simples préparés pour un nombre de convives sensiblement constant ;

— cuisines d'établissements hospitaliers qui se distinguent des précédentes par l'obligation de préparer des mets spéciaux de régime ;

— cuisines d'hôtels, de pensions et de restaurants dans lesquelles la préparation irrégulière et par à-coups de menus compliqués et variés exige des qualités très spéciales.

Emploi d'appareils divers adaptés à une utilisation particulière et bien définie.

Principaux avantages : commodité et propreté.

## Fourneaux ou cuisinières.

Caractéristiques des plaques de chauffe habituelles :

Forme	Dimensions (mm)	Puissance (kW)
Ronde	d = 300	2 à 3
Ronde	d = 400	3,5 à 4,5
Carrée	400 × 400	2 à 4,5
Rectangulaire	l = 300 à 400 L = 300 à 800	2 à 8

Puissances usuelles des cuisinières :

Surface de la cuisinière en m <sup>2</sup>	1,5	2	3	4	5
Puissance de l'ensemble des plaques installées en kW	18	22	30	40	50

## Marmites.

A pied fixe ou à bascule, calorifugées ou non, à éléments chauffants disposés à même les parois ou à bain-marie.

Caractéristiques usuelles des marmites basculantes :

Contenance en l	25	50	75	100	150	200	300
Puissance en kW	5,6	7,5	9,5	11,5	16	20	28

Dans les réfectoires et cantines, prévoir 4 à 6 grandes marmites, à raison de 2 l par personne à nourrir.

Dans les établissements hospitaliers, prévoir un plus grand nombre de marmites de moindre importance, à raison de 1,5 l par personne.

## Fours à rôtir et à cuire.

Meuble réuni au fourneau ou séparé, généralement à 1 ou 2 étages.

Caractéristiques usuelles des fours à rôtir :

Dimensions intérieures des fours en mm	450 × 600	450 × 700	500 × 1000	600 × 1000
Surface de four en m <sup>2</sup>	0,27	0,315	0,5	0,6
Puissance en kW	2,5 à 3,5	3,2 à 4	5 à 6	6 à 7



### Sautieuses.

Bac quadrangulaire ou circulaire, généralement à basculement.

Caractéristiques usuelles des sauteuses quadrangulaires :

Nombre de personnes	Dimensions intérieures	Puissance en kW	Encombrement en mm		
			largeur	hauteur	distance au mur
70	400 × 400	4	950	900	520
150	500 × 500	7	1100	900	600
300	560 × 1000	13	1500	900	600

Pour la préparation des viandes sautées, compter sur un chauffage préalable de 20 à 30 minutes et sur une consommation de l'ordre de 300 Wh par kg de viande froide (y compris l'énergie dépensée pour la mise en température).

### Friteuses.

Bac pour friture de grandes quantités de pommes de terre ou de poisson. Production fonction de la capacité, de la puissance et de la nature de la friture.

Exemple : appareil de 3,6 kW, chauffage préalable en 20 mm, production horaire de 15 kg de frites dans l'huile, de 10-12 kg dans la graisse ; consommation de 320 Wh par kg de pommes de terre frites à l'huile.

### Grils et salamandres.

Caractéristiques courantes :

Dimensions utiles en mm		Puissance kW
largeur	profondeur	
340	250	3,5
450	350	4,5
550	400	5,5
650	450	6,5

### Grille-pain

Exemple : un appareil de 2 kW permet de griller 100 toasts à l'heure.

### Rôtissoires

Capacité : de 1 à 32 poulets.

Compter 600 Wh par kg de poulet.

### Tables chaudes.

Maintien des plats au chaud ou réchauffage. Temp. : 120° C.

Exemple : table de 1 × 0,70 m ; P = 2,4 kW

### Meubles de service.

Essentiellement chauffage des assiettes.

Exemple : meuble de 1,5 × 0,6 × 0,9 m ; P = de 4 à 6 kW

### Bain-marie.

Temp. inférieure à 100° C (bain d'eau).

### Installation de grande cuisine électrique.

Pas de règle générale. En première approximation, se baser sur les indications du tableau suivant :

Nombre de convives	Hôtels, restaurants		Hôpitaux, sanatoria		Réfectoires, cantines	
	Puissance totale kW	Consom. par personne et par jour kWh	Puissance totale kW	Consom. par personne et par jour kWh	Puissance totale kW	Consom. par personne et par jour kWh
50	35	2,30	33	2,00	30	1,10
100	60	2,15	56	1,90	48	1,05
150	85	2	78	1,80	66	1,00
200	110	1,90	100	1,75	84	0,95
300	160	1,80	145	1,70	109	0,90
400	210	1,75	190	1,65	134	0,85
500	235	1,70	235	1,60	170	0,85

N. B. — Les chiffres ci-dessus comprennent la consommation d'eau chaude pour la cuisine ; cette consommation peut être estimée à 30 ou 40 p. 100 du chiffre total.

## b) Boulangerie, Biscotterie, Biscuiterie.

### b1 Boulangerie.

Trois sortes de fours : chauffage direct, semi-accumulation, accumulation.

Principaux avantages : suppression des fumées, cendres, gaz de combustion et du stock de combustible ; simplicité, augmentation du rendement en pain ; emploi partiel ou exclusif du courant de nuit pour les deux derniers types de fours.

#### 1° Fours à chauffage direct.

Quelques types courants de fours :

Nombre d'étages	Dimensions utiles du four en mm			Surface utile m <sup>2</sup>	Puis- sance kW	Production kg de pain
	profon- deur	larg.	haut.			
1	2 000	700	180	1,5	11	18 par fournée
1	2 400	1 350	180	3,3	16	35 —
2	2 900	1 350	180	8	36	7 à 10 par m <sup>2</sup>
2	2 900	2 000	180	12	52	7 à 10 —

N.B. — Durée du chauffage : de 1/2 à 3 h.

La consommation d'énergie électrique dépend notamment des conditions de travail, de la nature du pain, du nombre et de l'importance des fournées.

En général, on admet pour les fours habituels de débit moyen (3 à 5 fournées par jour) une consommation d'énergie électrique moyenne de l'ordre de 35 à 45 kWh par 100 kg de pain, compte tenu de l'incidence de la première cuisson.

#### 2° Fours à semi-accumulation et à accumulation.

Cette question n'est pas encore (fin 1944) entièrement élucidée. Les résultats actuellement connus sont très incomplets. Il ne faut pas oublier qu'il y a une grande diversité dans la nature des pains (pain de fantaisie, pain de campagne, etc.) et que les résultats obtenus à l'étranger ne sont généralement pas applicables en France où la nature et les conditions de cuisson du pain sont très différentes.

Nous donnons ci-après, à seul titre indicatif et sous toutes réserves, quelques renseignements à ce sujet.

Quelques caractéristiques de fours :

Nombre de soles	Surface utile		Capacité en kg de pain par opération (1)
	par sole m <sup>2</sup>	totale m <sup>2</sup>	
2	2	6	75
2	3	4	110
2	4	8	150
2	6	12	225
2	8	16	300

(1) Pratiquement, on adopte en général de 14 à 18 kg (moyenne 15 kg) de pain par m<sup>2</sup> de surface de cuisson.

Puissance : variable avec le nombre d'étages et le nombre d'heures de charge.

Nombre d'étages	Puissance en kW par m <sup>2</sup> de surface de cuisson
1	4 1/2 à 5 1/2
2	3 1/2 à 4 1/2
3	3 à 3 1/2

Consommation : variable suivant le débit.

Débit en kg de pain	Consommation en kWh par 100 kg de pain
200	de 80 à 90
400	70
600	60
1 000	50

Accumulation max. : 24 kWh par m<sup>2</sup> de surface de cuisson.

## b2 Biscotterie.

On peut avoir recours aux fours à chauffage direct ci-dessus indiqués, soit pour la cuisson et le grillage, soit pour le grillage seulement.

Se reporter également au volume III.

### Pâtisserie.

On peut utiliser les fours de grande cuisine (voir page 41), les fours de charcuterie (voir ci-dessous), les fours de boulangerie et les fours spéciaux de pâtisserie.

Caractéristiques usuelles des fours de pâtisserie.

Nombre d'étages	Dimensions utiles des étages mm			Puissance kW
	largeur	profondeur	hauteur	
1	900	1 240	210	11,5
2	900	1 240	210	23
1	900	1 900	210	17
2	900	1 900	210	34

### c) Charcuterie.

Deux sortes d'appareils = fours et marmites.

Principaux avantages : commodité, propreté.

#### Fours.

On utilise les fours de grande cuisine (voir page 41) ou des fours spéciaux.

Caractéristiques des fours usuels :

Nombre d'étages	Dimensions de la sole du four mm	Puissance kW
1	500 × 750	3,5
2	500 × 750	7
1	650 × 850	4,5
2	650 × 850	9
1	850 × 1 300	7
2	850 × 1 300	14

#### Marmites.

Marmites rondes, basculantes ou fixes (voir page 41).

Marmites carrées (cuves), de caractéristiques ci-après :

Contenance en l	200	250	300	400	500	600
Puissance en kW	18	21	24	30	36	42



Egalement cuves à bain-marie. Ex. : cuves de  $L = 840$  mm,  $l = 520$  mm,  $p = 600$  mm,  $P = 6$  kW, contenance : 16 jambons (moules en aluminium), préchauffage en 4 h avec 24 kWh, cuisson en 6 h ; consom. de 420 h : kWg pour une seule opération à 250 h : kWg pour une série de 3 cuissons successives.

Températures et durées de cuisson :

Produits	Petites saucisses	Saucisses	Petit salé	Tripes	Jambon	Gelée d'os
Température en °C	63-70	75-80	67	85-90	70-80	80-85
Durée de cuisson	10 mn	1 h 30	2 h	2 h	6 à 7 h	7 à 8 h

Consommation d'énergie électrique (cuissons usuelles) :

Pâtés en croûte. . . . .	0,60 kWh : kg
Galantines. . . . .	0,40 kWh : kg
Pâté de foie et pâté maison.	0,20 à 0,10 kWh : kg
Saucissons (marmites de 300 l-24 kW)	0,14 kWh : kg
Jambons — —	0,19 à 0,25 kWh : kg

#### d) Divers.

Appareils divers pour commerçants et artisans, notamment : cafés, épicerie, boulangeries, pâtisseries, salons de thé.

#### Percolateurs.

Deux types d'appareils :

##### 1° Appareils à réservoir.

Contenance		Puissance W	Durée de la préparation mn
tasses	l		
40	5	1 000	40
80	10	1 800	45
120	15	2 000	60
150	20	2 400	60

## 2° Appareils instantanés (type « express »)

Modèle	Puissance W	Production moyenne à l'heure: nombre de tasses	Consommation par tasse Wh
1 à 4 tasses.	1 500 à 2 500	60	10
1 à 8 tasses.	3 000 à 5 000	120	10

### Torréfacteurs.

Capacité de la boule kg	Dimensions d'encombrement en mm			Puissance W
	hauteur	largeur	profondeur	
5	1 000	950	500	2 500
10	1 150	1 050	600	4 200

### Grille-pain.

Nombre d'étages	Dimensions en mm			Nombre de toasts	Puissance W
	largeur	profondeur	hauteur		
1	350	250	140	6	2 000
1	450	250	140	8	2 500
2	350	250	300	12	4 000
1	450	350	140	12	3 500
2	450	350	300	24	7 000

Voir également p. 25.

### Chauffe-croissants.

Exemple : 500 × 400 × 200 mm ; 300 W.

### Gaufriers.

appareil à 1 gaufre	600 W
— à 2 ..	1200 W
à 4 —	2400 W

### Crêpiers.

Dimensions de la table : 700 × 450 mm ; P = 3000 W  
 — : 1500 × 500 mm ; P = 700 W

### Bacs à chocolat.

Appareils à bain-marie; temp. 32-33° C

Conten. du bac : kg de chocolat fondu	Dimensions mm	Puissance W
10	490×340×150	400
20	750×340×210	500

### Grille-marrons.

d du fond: 600 mm; P=3 500 W

d du fond: 650 mm; H=4 000 W

## B. CHAUFFAGE ET CLIMATISATION DE L'AIR DES LOCAUX

On peut distinguer :

### a) Le chauffage ordinaire des locaux,

qui peut se faire par un des moyens indiqués page 25 ou par chauffage central avec chaudières électriques (voir également volume III) ou par aérothermes (à résistances).

### b) La climatisation,

notamment pour les *grands locaux* (salles de spectacles, cafés, etc.), qui comporte, en principe, la purification de l'air (dépoussiérage, ozonisation), le chauffage ou le refroidissement, l'humidification.

Ex. d'une installation complète: volume du local: 5700 m<sup>3</sup>; volume d'air traité par heure: 58000 m<sup>3</sup>, soit 10 fois le volume du local; puissance du chauffage: 175 kW; puissance de la réfrigération: 100 kW

### c) Le chauffage des églises

qui peut se faire de différentes façons :

1° Chauffage par éléments plats ou par tubes (P=200 W/m). Mode de chauffage recommandé lorsque l'église comporte des bancs ou des chaises fixes. Les éléments chauffants sont disposés sous les prie-Dieu ou construits de façon à servir eux-mêmes de prie-Dieu.



La répartition de la température s'établit comme suit :

Hauteur au-dessus du sol en mm. . . .	200	400	700	1 000
Élévation de la température au-dessus de l'ambiance en °C	17	15	10	8

2° Chauffage par radiateurs muraux : radiateurs à chauffage direct, moulures chauffantes ou radiateurs tubulaires.

3° Chauffage par aérothermes et bouches de chaleurs. Chaque appareil, installé dans le sous-sol, comprend la résistance chauffante, le ventilateur et le moteur, disposés dans une cuve étanche.

Vitesse de l'air chaud à la sortie de la bouche de chaleur : 0,30 m : sec. ; température : environ 35° C.

Puissance à installer :

1° dans le cas du chauffage des prie-Dieu :

Nombre de places assises. . . . .	50	100	200	500
Puissance en kW	6,5	12,5	25	50

2° dans le cas du chauffage de l'air ;

Volume de l'église en m3. . . . .	500	1 000	2 000	3 000
Puissance en kW	17	31	53	72

**d) Le chauffage thermodynamique.**

Bien que, dans ce mode de production d'énergie thermique, l'électricité n'intervienne en principe que comme moyen de transporter par force motrice et non pas par effet thermique des calories gratuites d'une source naturelle à basse température à une source à température plus élevée, il semble nécessaire de donner quelques brèves indications à ce sujet.

La pompe de chaleur, à vapeur froide ou à air, permet d'obtenir pour chaque kWh absorbé, une énergie calorifique qui pourra être par ex., suivant les conditions locales, de 2 000 à 6 000 calories (au lieu de 862 calories que donne la dégradation de l'énergie électrique en énergie thermique).

Ce procédé semble susceptible d'un développement intéressant, aussi bien pour le refroidissement que pour le chauffage, tant pour le conditionnement de l'air des grands locaux que pour certaines applications industrielles.

Quelques exemples de réalisation :

N°	Puissance installée (force motrice)	Nombre de calories mises en œuvre par kWh absorbé	Coefficient d'amplifica- tion (1)	Observations
<i>Pompes à vapeur</i>				
1	4 × 200 ch.	1 700	1,98	chauffage en hiver et réfrigération en été de bureaux (105 000 m <sup>3</sup> ).
2	4 × 5 ch.	3 000	3,5	Chauffage en hiver et réfrigération en été de bureaux.
3	38 + (30 + 35) kW (2)	1 840	2,18	Conditionnement d'un Hôtel de Ville.
4	5 × 92 kW (3)	{ bassin : 6 350 douches : 3 000 locaux : 2 700	{ 5,4 3,25	Piscine municipale = chauffage d'eau (bassin et douches) et d'air (locaux).
<i>Pompes à air</i>				
5	50 000 cal : h	2 150	2,5	Conditionnement de locaux.
6	115 000 cal : h	—	—	Papeterie.

(1) Rapport du nombre de calories mis en œuvre (gain thermodynamique) au nombre de calories (862) contenues dans 1 kWh.

(2) 38 kW pour la pompe à chaleur, 30 kW pour un accumulateur de chaleur à chauffage par résistance, 35 kW pour une résistance complémentaire de chauffage de l'accumulateur, d'où marche à la puissance constante de 65-68 kW.

(3) Pointes de charge couvertes par une chaudière électrique supplémentaire de 2 000 kW.

## C. AUTRES APPLICATIONS

### a) Industrie du bois.

#### Fers à plaquer.

Appareils de formes diverses.

Dimensions de la semelle en mm			Puissance W
longueur	largeur	épaisseur	
82	56	20	125
220	30	22	165
150	50	32	275
155	75	45	300
155	75	45	300
185	185	28	400

#### Pots à colle.

Capacité en l	1	2	3	5	8	10	20	
Dimensions en mm	hauteur	160	180	205	230	270	290	350
	diamètre	160	190	220	250	280	300	360
Puissance en W	300	500	700	900	1200	1700	3000	

#### Tables chauffantes.

Dimensions en mm			Puissance W
longueur	largeur	hauteur	
300	300	100	1 200
600	350	100	2 000
1 000	500	100	3 000

**Appareils à marquer** (pour le bois et les matières plastiques).

- cachet pour petites empreintes :  $P = 65 \text{ W}$
- modèle pour usages intermittents :  
dimensions :  $120 \times 65 \times 28 \text{ mm}$  ;  $P = 500 \text{ W}$
  - modèle pour emploi intensif :  
dimensions :  $65 \times 50 \times 28 \text{ mm}$  ;  $P = 225 \text{ W}$

**b) Travail du papier.**

**Fers à cellophane.**

Utilisation	Dimensions en mm				Puis- sance W
	lon- gueur	lar- geur	épais- seur	dia- mètre	
Fer pour petite collure — — — allongé.	62	22	14	58	30
— — — rond.			18		40
Fer pour collure longi- tudinale.	100	15	5		40
— — —	165	15	5		65
— — —	200	15	5		75
— — —	220	15	5		90
Fer pour collure à bout, — — — carré.	83	83	18	117	100
— — — rond.			16		150

**Fers à coller.**  $L = 80 \text{ mm}$  ;  $l = 56 \text{ mm}$  ,  $h = 20 \text{ mm}$  ;  $P = 80 \text{ W}$

**Fers à cacheter.**  $L \text{ totale} = 220 \text{ mm}$  ;  $P = 25 \text{ W}$

**Cacheteurs à cire.** contenance :  $120 \text{ g}$  ,  $P = 160 \text{ W}$  ; conte-  
nance :  $250 \text{ g}$  ,  $P = 280 \text{ W}$

**Formes chauffantes pour dos de livres.** d. du tube chauf-  
fant =  $20 \text{ mm}$  ;  $L = 300 \text{ mm}$  ;  $P = 250 \text{ W}$ .

**Pots à colle de cartonier.** capacité :  $2 \text{ l}$  ;  $P = 500 \text{ W}$ .

**Chauffe-gélatine à bain-marie** (pour l'imprimerie)

Contenance :  $10 \text{ litres}$  ;  $P = 1.500 \text{ W}$

— :  $20 \text{ —}$  ;  $P = 2.500 \text{ W}$

**c) Travail du cuir.**

**Mailloches.** Appareils de toutes formes.

Puissance en W	50	90	55	90	50	90
Poids en kg	0,30	0,60	0,60	0,55	0,30	0,65



**Appareils à mollir la cire :**  $P = 50 \text{ W}$ .

**Chauffage des machines à chaussures :** par éléments plats ou tubulaires.

**Porte-molette pour doreurs.**

Puissance en W	50	80
Dimensions de la molette en mm. . . .	86×3,5	120×3,5

**Fers à transfert (pour inscriptions et décalques).**

Forme	Dimensions en mm		Puissance W
	côté ou diamètre	épaisseur	
Carrée.	83×83	18	100
Ronde..	117	16	200

**Lissoirs chauffants pour maroquiniers :**  $P = 50 \text{ W}$  ; poids : 1,300 kg

**Fers à filets :**  $P = 25 \text{ W}$  ; poids : 0,350 kg

**Fours à dorer :** dimensions : 250×135×100 mm ;  $P = 500 \text{ W}$  ; poids : 1,8 kg

**Appareils à marquer :** voir industrie du bois.

#### d) Appareils pour tailleurs.

**Fers à repasser ordinaires :**

Puissance en W	450	500	550	650	700
Poids en kg. . . . .	3	4	5	6	7

**Fers à repasser spéciaux :**

Fer à glacer ovale :  $P = 280 \text{ W}$  ; poids : 2 kg

Fer à glacer talon arrondi :  $P = 300 \text{ W}$  ; poids : 1,875 kg

#### e) Appareils pour blanchisseurs.

Fers à repasser ordinaires (voir page 28) et blocs spéciaux (volume III).



### f) Appareils pour chapeliers et modistes.

**Fers spéciaux à repasser.** — Forme de la semelle adaptée à l'usage auquel elle est destinée.

$P=400$  W ; poids : de 1,8 à 2,3 kg

**Coques pour modistes :**

Désignation	Dimensions en mm		Poids kg	Puissance W
	diamètre	longueur		
Modèle pointu n° 1.	34	59	0,350	55
Modèle pointu n° 2.	39	70	0,450	65
Modèle pointu n° 3.	45	81	0,550	75
Modèle arrondi..	50	74	0,550	75

**Producteurs de vapeur.** Capacité : 1 l ;  $P=400$  W ; 3 allures  
capacité : 2 l ;  $P=700$  W ; 3 allures

**Fers à transferts.** Formecarrée :  $L=l=83$  mm ;  $e=18$  mm ;  
 $P=100$  W  
forme ronde :  $d=117$  mm ;  $e=16$  mm ;  
 $P=200$  W

**Armoires chauffantes.** Dimensions :  $h=600$  mm ;  $l=750$  mm ;  
 $L=600$  mm ;  $P=2000$  W.

### g) Appareils pour coiffeurs.

**Appareils pour ondulation indéfrisable :**

A) *type à fil.* — Chaque chauffeur contient un élément chauffant.

Nombre de chauffeurs	12	16	20	24	30	40	48
Puissance en W	420	560	700	840	1 050	1 400	1 680

B) *type sans fil.*

Nombre de chauffeurs	16	24	30	32
Puissance en W.....	720	1 040	1 350	1 440



### Séchoirs électriques

- a) Modèles à main :  $P =$  de 300 à 400 W  
 b) Modèles à casque :  $P =$  de 500 à 1.000 W  
 c) Modèles d'installation centrale : boîte chauffante pour 3 bouches :  $P = 1\ 500$  W

### Chauffe-fers à friser.

pour 1 fer :  $P = 95$  W

pour 2 fers :  $P = 165$  W

### Armoires chauffe-serviettes.

Dimensions en mm			Puissance W
largeur	hauteur	profondeur	
450	400	300	500
800	400	300	1 000

### h) Travail des métaux.

#### Fers à souder.

Puissance en W	60	110	165	225	375	600	800
Diamètre ou section de la panne en mm	20×4	7	9	15	20	45×10	60×10
Poids en kg...	0,270	0,410	0,420	0,760	1,200	1,800	3,375

Petits creusets pour étamage des extrémités de fils, cosses, etc.

Contenance cm <sup>3</sup>	Temp. °C	Puissance W
12	400	60
78 182 (x)	420	200
100	450	300

(x) Tôle — généralement fonte.

**i) Fours pour émailleurs et céramistes.**

Fours pour émaillage (1 000° C max.) :

Dimensions utiles en mm			Puissance W
largeur	hauteur	profondeur	
40	30	85	100
60	50	110	300
100	65	150	800
130	85	200	1 500
200	130	300	3 200
300	200	400	7 000

Pour le séchage, le vernissage, l'émaillage à basse température, on a recours à des étuves ordinaires. Voir également volume III.

Fours pour cuisson de porcelaine. Voir volume III.

Fours pour cuisson de porcelaine dentaire (1 400° C max.) :

Dimensions utiles en mm			Puissance W
largeur	hauteur	profondeur	
60	30	70-75	900
90	55	90	2 000

Fours pour décor sur porcelaine (750° C max.) :

Dimensions utiles en mm			Puissance kW
largeur	hauteur	profondeur	
200	350	250	4,5
250	400	300	6
280	450	350	7
300	500	400	8
350	550	450	10



Autre série de fours pour décor sur porcelaine (750° C) et sur verre (520° C) :

Dimensions utiles en mm			Puissance en kW	
largeur	hauteur	profondeur	520° C	750° C
350	550	450	5	6,3
400	600	500	6	7,5
450	650	550	7,1	9,8
600	800	700	9,5	13
700	900	800	12	17

### j) Matériel pour médecins et chirurgiens.

**Thermothérapie** par rayons infra-rouges : production d'une accumulation locale de chaleur dans une partie du corps ; emploi de lampes IR de 5-12 A, 110 V, soit 600-1 300 W

#### **Electrothérapie :**

*Diathermie* par courants HF ou THF : production de chaleur à l'intérieur des tissus. Au point de vue électrique, le corps humain peut être assimilé à un condensateur shunté par une résistance.

Pour des ondes relativement longues (100-600 m) la capacité du condensateur est grande devant la résistance ; celle-ci assure donc la répartition du courant dans les tissus. On a recours à un courant de densité suffisante, traversant le corps et échauffant les tissus par conduction ; emploi de larges électrodes en contact avec le corps.

Pour des ondes courtes (10-100 m) ou très courtes (au-dessous de 10 m), la capacité devient petite devant la résistance ; les tissus se comportent comme un mauvais diélectrique s'échauffant dans un champ HF ; on place le corps, formant élément de condensateur, entre 2 plaques isolées par rapport à lui.

*Hyperpyrexie diathermique* (fièvre artificielle) par ondes courtes : temp. de 40-41°C.

*Electro* ou *diathermo-coagulation* ou *cautérisation* en chirurgie.

Matériel employé :

Production des courants : éclateurs ou lampes.

Utilisation : électrodes, spires d'induction, bistouri électrique.

Puissance utilisée : généralement 250-300-350, 700-800, 1 500 W.

Puissance de raccordement max. : 2,5-3 kVA.

Pour le traitement par la fièvre artificielle, on peut éventuellement réaliser le conditionnement de l'air : temp. de 40° C, degré d'humidité de 30 à 50 p. 100. (Le conditionnement de l'air peut être également adopté pour les couveuses d'enfants : temp. de 25° C, degré d'humidité de 65 p. 100).

### **Autres appareils chauffants pour laboratoires, médecins et pharmaciens.**

Chauffage par résistance.

*Étuves* diverses à simple ou à double paroi (voir volume III).

*Stérilisateur*s à vapeur et à air sec (voir volume III).

*Producteurs d'eau distillée* (voir volume III).

*Bain-marie* et appareils divers (voir volume III).

*Bains de sable* pour laboratoires (250° C) :

Dimensions utiles en mm		Puissance W
longueur	largeur	
240	240	500
500	200	1 000
1 000	200	2 000

### **Matériel pour dentiste :**

Thermo-cautère... .. P = 50 W

Fours à vulcaniser (dentiers en caoutchouc). P = 1.000 W

Étuve pour stérilisation... .. P = 200 W

### **Couvertures chauffantes pour voitures d'ambulance :**

P = 100 à 180 W ; U = 6 ou 12 V, pour distances moyennes.

### **k) Chauffage des véhicules.**

Genre du véhicule	Tramway	Voiture de chemin de fer
Puissance en W/cm <sup>3</sup>	100-200	150-350



### Chauffage des voitures de chemin de fer.

Volume	{	couloir .....	=	40 m <sup>3</sup>
		ensemble des compartiments..	=	100 m <sup>3</sup>
Puissance dissipée	{	couloir	=	200 W/m <sup>3</sup>
		compartiment..	=	300 W/m <sup>3</sup>
Puissance totale mise en jeu.			=	40 kW

Consommation moyenne pour l'ensemble de la voiture :  
25 à 30 kWh/h.

Ex : pour les voitures métalliques, radiateurs de 1 400 à 2 000 W pour les compartiments (2 appareils par compartiment), de 600 W dans les couloirs, w.-c. et lavabos.

### Matériel chauffant pour garages.

- Radiateurs obscurs placés à l'avant ou à l'arrière des voitures. . . . . P = 300 à 750 W
- Radiateurs placés sous le capot du moteur . . . . . P = 300 à 350 W
- Dispositifs chauffants pour empêcher le dépôt de buée sur le pare-brise et dégivreurs du type " glace chauffante par dépôt métallique conducteur " . . . . . P = 30 à 50 W

### 1) Chauffage de liquides.

Chauffage d'eau, voir volume III.

Chauffe-colle, voir volume III.

### Défigeurs d'huile :

Forme	Dimensions de la partie chauffante en mm		Dimensions du tube protège-fils de sortie en mm		Puissance W
	diamètre	longueur	diamètre	longueur	
Droite.	33	200	20	700	300
Coudée.	33	200	20	750	300
Droite..	33	300	20	600	500
Coudée.	33	300	20	750	500
Droite.	33	450	20	450	1 000
Coudée.	33	450	20	750	1 000
Droite..	33	500	20	400	1 500
Coudée.	33	500	20	750	1 500

### Chauffe-hydromel :

Dimensions en mm		Puissance W	Contenance du tonneau l
diamètre de la partie chauffante	longueur totale		
20	850	75	50
20	900	100	100
20	900	100	220
20	1 000	200	300

### Chauffe-aquariums :

Contenance de l'aquarium l	Dimensions en mm				Puis- sance W
	résistance chauff.		tige		
	diamètre	long.	diamètre	long.	
5 à 8	20	200			7
10 à 20	20	100	9	300	15
25 à 45	20	200	9	400	35
50 à 80	20	250	9	500	65
90 à 150	20	350	9	500	120
160 à 200	20	450	9	500	180
230 à 300	20	450	9	500	265

### m) Divers.

#### Sèche-mains

P totale = de 1 200 à 2 000 W, dont 100 W pour le moteur du ventilateur.

*Fin du premier volume.*

## LISTE des BROCHURES A. P. E. L. sur

Titre	Auteur	Nombre de pages	Observations
<i>Les alliages modernes et leur traitement thermique...</i>	APEL	24	
<i>L'électricité, auxiliaire précieux du céramiste...</i>	R. G.		
<i>L'électricité dans la minoterie...</i>	ROODE	16	épuisé
<i>L'électricité dans les cimenteries.</i>	H. YOKEL	34	épuisé
<i>L'électricité dans l'imprimerie...</i>	HISCHMANN	36	épuisé
<i>L'électricité en émaillerie...</i>	R. GAUTHERET	63	épuisé
<i>Le moteur électrique dans l'industrie du bois...</i>	GIROUD	18	épuisé
<i>Les applications du chauffage électrique en galvanisation...</i>	ETIENNE	16	épuisé
<i>L'électricité dans la fabrication des produits pharmaceutiques.</i>	R. GAUTHERET	46	épuisé
<i>L'électricité dans la bonneterie...</i>	G. THONNAT	44	
<i>Avaries pouvant survenir aux moteurs électriques...</i>	A. GIROUD	12	
<i>L'électricité dans les petits ateliers de nickelage...</i>	R. GAUTHERET	84	2 <sup>e</sup> éd.
<i>Les résistances métalliques...</i>	R. GAUTHERET	37	épuisé
<i>L'électricité dans la brasserie...</i>	DESFORGES et MASCART	44	
<i>Les résistances non métalliques et leurs applications...</i>	R. GAUTHERET	47	épuisé
<i>Les éléments protégés et leurs applications...</i>	R. GAUTHERET	41	
<i>Les redresseurs secs et leurs applications industrielles...</i>	LEBLANC	52	
<i>L'électricité dans les industries de protection des métaux contre la corrosion et l'usure...</i>	R. GAUTHERET	56	
<i>Les fours électriques à bain de sels à électrodes...</i>	R. GAUTHERET	48	



# les APPLICATIONS de L'ÉLECTRICITÉ

Titre	Auteur	Nombre de pages	Observations
<i>Les fours électriques à résistances.</i>	R. GAUTHERET	50	épuisé
<i>Les différents types de fours à résistances. . . . .</i>	R. GAUTHERET	75	épuisé
<i>Comment choisir et commander un four à résistances. . . . .</i>	R. GAUTHERET	64	épuisé
<i>Comment installer, réceptionner, utiliser un four à résistances.</i>	R. GAUTHERET	40	épuisé
<i>L'électricité dans l'industrie des matières plastiques. . . . .</i>	PIARD	28	
<i>L'amélioration du facteur de puissance dans les installations industrielles . . . . .</i>	R. GAUTHERET	72	
<i>Les machines à chauffer électriques par résistances et leurs applications industrielles. . . . .</i>	D. BIDAUX	46	
<i>Les étuves électriques et [leurs applications industrielles. . . . .</i>	L. TILLAUD	37	
<i>Les appareils thermostatiques. . . . .</i>	J. LELY	58	
<i>Le séchage artificiel des fourrages. . . . .</i>	TOURNIER	25	
<i>L'électricité dans une grande usine de produits alimentaires. . . . .</i>	R. G.	47	
<i>Les fours électriques à arc. . . . .</i>	DÉRIBÉRE	67	
<i>La soudure électrique à l'arc et ses applications industrielles. . . . .</i>	SALELLES	74	
<i>Les fours électriques à induction. . . . .</i>	MINSSIEUX	80	
<i>Les différents modes de chauffage électrique. . . . .</i>	R. GAUTHERET	100	
<i>Mémento du chauffage électrique.</i>	R. GAUTHERET et TOURNIER		3 vol.



XXXII-1945

La Société pour le Développement des Applications de l'Électricité APEL, créée avec le patronage du Groupement des Secteurs Français, a pour objet l'amélioration et la vulgarisation des appareils électriques d'applications diverses.

Pour toute étude et renseignements techniques, s'adresser : 33, rue de Naples — PARIS (8<sup>e</sup>)