

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 60 (1934)
Heft: 25

Artikel: L'électricité dans la maison d'habitation moderne
Autor: Payot, Pierre
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-46425>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

L'électricité dans la maison d'habitation moderne,

par M. PIERRE PAYOT, ingénieur,
Secrétaire de direction de la Société romande d'électricité (Clarens).

Depuis quelques années, l'électrification des ménages est une question à l'ordre du jour.

La génération moderne demande à l'électricité de faciliter la tâche de la maîtresse de maison, en remplaçant par des machines silencieuses, hygiéniques, peu encombrantes et d'un coût d'exploitation très réduit une domesticité difficile à trouver et surtout à loger, spécialement dans les appartements de deux et trois pièces des immeubles récents.

Il nous a paru utile de rassembler dans cet article une documentation sur la manière à la fois la plus économique et la plus rationnelle d'étudier, en même temps que la disposition et l'aménagement du bâtiment, l'alimentation en énergie électrique de ses différents locaux.

Il sera également donné, au cours de l'article, un aperçu des prescriptions et normalisations valables pour tous les réseaux suisses, mais il est certain que *dans chaque cas particulier un entretien entre l'architecte et la société distributrice d'énergie avant l'établissement des plans définitifs permettrait de réaliser des économies souvent importantes et faciliterait le travail des deux parties.*

Tension du réseau.

Nous rappelons que les réseaux de la Suisse romande sont exclusivement alimentés par du courant alternatif. La tension la plus répandue actuellement est 125 volts entre phase et neutre, et 220 volts entre deux phases. Cependant, ce système disparaît peu à peu pour faire place à la tension dite « normale », comportant 220 volts entre phase et neutre et 380 volts entre deux phases, qui permet de transporter 3 fois plus d'énergie dans les mêmes fils à rendement égal. (A titre d'orientation, les 25 % des abonnés de la Société romande d'électricité utilisent déjà de l'énergie à tension normale.)

Prise.

Il serait bon, lors de l'établissement des plans du bâtiment futur, que l'architecte s'entende avec la Société distributrice d'énergie pour déterminer d'un commun accord la position et le tracé de la future prise. Bien souvent on arrive ainsi à trouver une solution permettant d'utiliser économiquement des fouilles ou d'autres travaux.

1. Prescriptions sur les prises aériennes.

Les prises en câbles ne présentent en général pas de difficultés. Par contre, dans le cas de prises aériennes, il y a certaines prescriptions intéressant l'architecte qu'il est nécessaire d'observer.

L'introduction de la ligne aérienne dans un bâtiment s'effectue soit directement par la façade, soit au moyen d'un potelet. Elle doit être disposée de manière que, sans l'aide d'objets spéciaux, les fils nus ne puissent être

atteints ni du sol ni de toute autre partie du bâtiment généralement accessible. La hauteur des fils au-dessus du sol doit être de 5,50 m. Une distance inférieure est admise si aucun véhicule ne passe dessous et qu'il n'y ait pas danger de contact accidentel des fils (par l'intermédiaire d'outils, par exemple). L'introduction par la façade sera disposée de manière que la pluie ne puisse pas pénétrer par les tubes d'entrée (1 tube par fil si la ligne n'est pas protégée par des coupe-circuits avant l'introduction).

Si l'introduction a lieu par potelets, ceux-ci auront une dimension telle que la distance entre le toit et les conducteurs soit au moins de 1,8 m (1,5 m si le fil inférieur est mis à la terre).

Tableaux.

L'énergie arrivant de l'extérieur est mesurée, puis répartie sur les lignes conduisant aux différents appartements au moyen d'appareils placés sur les tableaux.

Il est indispensable que l'architecte connaisse à l'avance les dimensions et les emplacements des tableaux pour leur faire place dans des endroits adéquats.

1. Emplacement et encombrement.

Les prescriptions de l'Association suisse des Electri-ciens, qui ont *force de loi* (dans le canton de Vaud en vertu de l'arrêté du Conseil d'Etat du 13 janvier 1928) prévoient que les tableaux comprenant des coupe-circuits, compteurs et autres appareils doivent être montés à des endroits bien accessibles, secs, à l'abri des poussières et des trépidations et ne présentant pas de risques d'incendie ou d'explosion.

Les bornes et boulons de connexion placés derrière les tableaux doivent pouvoir être resserrés. Par conséquent, la distance entre la paroi et la face postérieure du tableau doit être égale au $1/3$ de sa largeur et au minimum, à 10 cm. Cependant, si un contrôle efficace des connexions est réalisable par d'autres moyens (tableau monté sur charnières, ou accessible depuis derrière) cette distance minimum n'est plus obligatoire. Lorsqu'il n'y a pas de bornes derrière le tableau, cette distance est réduite à $1/5$ de la largeur, mais au minimum 4 cm.

Il n'existe pas de normalisation générale concernant les dimensions des tableaux. Les appareils de plusieurs locataires y sont souvent concentrés, ainsi qu'un nombre de coupe-circuits correspondant à celui des lignes de départ, qui sont extrêmement variables suivant la disposition de l'immeuble, le nombre et la nature des appareils à alimenter et l'emplacement du tableau. Cependant, les Sociétés d'électricité ont établi à leur usage des normes particulières pour certaines combinaisons qui reviennent très fréquemment. Dans chaque cas particulier, la Société d'électricité peut facilement renseigner l'architecte sur les dimensions probables du tableau avant la construction de l'immeuble, pour qu'on lui réserve la place nécessaire.

2. Matière et construction.

Les tableaux portant des coupe-circuits doivent être construits en matériel incombustible ; cependant des

tableaux en bois sont admis comme supports de compteurs et d'horloges de réglage, lorsqu'ils sont placés contre une paroi incombustible.

Quand des tableaux doivent être montés sur du bois (chalets, combles, etc.) celui-ci sera revêtu d'une plaque incombustible, sans joints (éternite, pierrite, ardoise, tôle).

Dans des endroits où se trouvent des matières facilement inflammables, il faut prévoir une protection efficace pour que des étincelles ou des pièces chaudes ne puissent venir à leur contact.

Colonnes montantes : conducteurs et tubes.

On appelle *colonnes montantes* les lignes principales de la maison, d'où partent les dérivations conduisant aux différents endroits d'utilisation. Elles constituent l'ossature de la distribution d'énergie dans le bâtiment.

Les dimensions et la protection des colonnes doivent être telles que tout danger d'incendie soit impossible en service normal. Les conducteurs de circuits électriques doivent être disposés de façon à éviter toute action perturbatrice sur d'autres installations.

1. *Sections usuelles des conducteurs et intensités admissibles.* Nous indiquons dans le tableau ci-dessous :

Colonne 1 : La section usuelle des conducteurs.

Colonne 2 : L'intensité des coupe-circuits, autrement dit le courant maximum que ces conducteurs peuvent supporter en service normal.

Colonne 3 : La résistance d'un fil de cuivre de 1 km de longueur.

Tableau I.

Section usuelle des conducteurs. mm ²	Intensité des coupe-circuits. Ampères.	Résistance d'un fil de 1000 m. ohms
0,75	6	23
1	6	17,5
1,5	10	11,6
2,5	15	7
4	20	4,4
6	25	2,9
10	35	1,7
16	50	1,1
20	60	0,88
25	80	0,70
35	100	0,50
50	150	0,35
70	200	0,25
95	250	0,18
120	300	0,15

N. B. — Le fil de 0,75 mm² est toléré dans l'appareillage des lustres mais pas comme fil d'appareillage général.

A partir de 16 mm² inclusivement, les conducteurs sont câblés, le fil unique n'étant plus assez maniable.

2. *Calcul des colonnes montantes.* Les sections indiquées ci-dessus donnent simplement l'intensité que les conducteurs peuvent supporter sans échauffement exagéré. Il est, en outre, nécessaire de calculer la section des colon-

nes montantes d'après leur longueur et la puissance des appareils installés, pour éviter des chutes de tension nuisibles au bon fonctionnement des appareils. Il est très difficile de savoir la charge exacte que ces colonnes devront supporter, car la puissance installée dans la maison croît en fonction des achats d'appareils nouveaux, qui doivent être alimentés sans avoir besoin de renforcer les conduites. D'autre part, si l'on admet que tous les appareils fonctionnent simultanément à pleine puissance, et qu'on veuille dimensionner la colonne montante pour éviter de trop fortes chutes de tension, on arrive à des solutions trop coûteuses.

Une méthode qui donne des résultats satisfaisants consiste à admettre 2 % de chute de tension dans la colonne montante et 2 % dans les dérivations.

Ces chutes de tension de 2 % représentent :

$$\begin{aligned} & 2,5 \text{ volts sur } 125 \text{ volts} \\ & 4,4 \text{ " } 220 \text{ " } \\ & 7,6 \text{ " } 380 \text{ " } \end{aligned}$$

Cependant, vu la faible longueur des colonnes montantes, qui ne dépassent guère quelques dizaines de mètres dans la grande majorité des installations, on peut en général déterminer la section minimum en se basant sur le tableau I.

Les formules donnant l'ampérage *i* sont :

$$\text{Courant monophasé } 125 \text{ volts } i = \frac{\text{Puissance en kW}}{125 \times \cos \varphi}$$

$$\text{Courant monophasé } 220 \text{ volts } i = \frac{\text{Puissance en kW}}{220 \times \cos \varphi}$$

$$\text{Courant triphasé } 125/220 \text{ volts } i = \frac{\text{Puissance en kW}}{220 \times \sqrt{3} \times \cos \varphi} \left. \begin{array}{l} \text{dans le} \\ \text{cas de} \\ \text{phases} \end{array} \right\}$$

$$\text{Courant triphasé } 220/380 \text{ volts } i = \frac{\text{Puissance en kW}}{389 \times \sqrt{3} \times \cos \varphi} \left. \begin{array}{l} \text{équil-} \\ \text{brées} \end{array} \right\}$$

$\cos \varphi$ est égal à 1 pour tous les appareils à résistance (chauffage, cuisson, éclairage). Il peut varier entre 1 et 0,5 pour les appareils bobinés (moteurs, transformateurs).

Il diminue (devient moins favorable) en raison inverse de la charge de l'appareil.

3. *Désignation des conducteurs.* Les principaux types de conducteurs sont normalisés de la façon suivante : (on trouvera ci-dessous leur utilisation ainsi que celle des tubes) :

a) Conducteurs nus *B* (non utilisables pour les bâtiments locatifs et villas).

b) Conducteurs à gaine de caoutchouc *G. S.*, renforcée *S. G. S.* résistant à la corrosion *G. S. K.* et *S. G. S. K.*

c) Câbles sous plomb isolés au caoutchouc *G. K.*, armés *G. K. a.*

d) Câbles sous plomb isolés au papier *P. K.*, armés *P. K. a.*

4. *Désignation des tubes.* Les tubes sont normalisés de la manière suivante :

a) *Tubes isolants* sans armure métallique (caoutchouc, laque, porcelaine, verre, etc.).

b) *Tubes isolants armés* possédant une armure métallique continue d'une résistance équivalente à celle de 0,2 mm de fer. Celui-ci doit être protégé contre la rouille (Bergmann ordinaire).

c) *Tubes d'acier isolés*, au minimum 1 mm d'épaisseur d'acier, reliés entre eux par des manchons filetés.

d) *Tubes métalliques*, au minimum 1 mm d'épaisseur de fer, reliés entre eux par des manchons filetés (ne sont que très peu utilisés en Suisse romande).

5. *Utilisation des conducteurs et tubes.* Ces conducteurs et tubes peuvent s'utiliser dans les locaux suivants :

Locaux secs ou temporairement humides (salles de bains, W. C.). Tous les conducteurs ci-dessus sont utilisables, mais on se sert presque exclusivement du G. S.

Les tubes isolants armés sont utilisés en général, mais doivent être protégés spécialement aux endroits où ils pourraient être exposés à des détériorations mécaniques. Les tubes d'acier et tubes métalliques sont autorisés sans restriction, cependant, vu leur prix plus élevé que celui des tubes isolants armés, leur emploi, sauf cas spéciaux, n'est pas à recommander.

Locaux humides (caves mal aérées). Tous les conducteurs indiqués ci-dessus.

Locaux mouillés (frigorifiques, buanderies). Tous les conducteurs indiqués ci-dessus, mais de préférence S. G. S. Les tubes acier sont admis en montage apparent, les raccords doivent être particulièrement étanches.

Les tubes métalliques sont autorisés pour de courts tronçons, à condition qu'ils soient remplis de masse isolante. Il est préférable, si le réseau doit être étendu, d'utiliser les câbles sous plomb de préférence aux fils sous tube. Il sera alors nécessaire d'utiliser les câbles armés, ou de les protéger contre toute détérioration mécanique. Les boîtes d'extrémité doivent être étanches.

Locaux présentant des dangers d'incendie (bûchers, galetas, granges, dépôts de matières inflammables). Tous les conducteurs indiqués ci-dessus. Les tubes ne sont admis qu'en montage apparent, et doivent être raccordés de manière hermétique.

Ecuries, porcheries. Il faut considérer ces locaux comme mouillés et saturés de vapeurs corrosives.

Tous les conducteurs ci-dessus sont admis, mais de préférence S G S. Les seuls tubes admis sont ceux d'acier, en montage apparent, vernis ou goudronnés pour les protéger contre la corrosion.

Les câbles sous plomb doivent être armés ou placés dans un tube d'acier. Il existe des câbles spéciaux avec isolation anti-corrosion, de montage plus facile que le câble sous plomb armé, qui sont le plus recommandables pour ce genre de locaux.

Important. *L'installation de locaux humides, de buanderies, écuries, etc., doit être faite très minutieusement si l'on veut éviter des accidents à bref délai. Les joints des tubes, boîtes, entrées d'appareils doivent être absolument étanches, et non seulement le matériel, mais la main-d'œuvre doivent être de première qualité.*

6. *Diamètre intérieur des tubes et nombre de conducteurs qu'on peut y passer.* Nous donnons ci-dessous les diamètres minimum des tubes, en montage apparent et noyé, en fonction de la section des conducteurs. Les diamètres intérieurs normaux sont :

Tubes acier de 11; 13; 16; 21; 29; 36 mm.

Tubes isolés armés de 9; 11; 13; 16; 29; 36; 48 mm.

Tableau II.

Section des conducteurs en mm ²	Diamètre intérieur, en mm montage apparent	Diamètre intérieur, en mm montage caché
1 fil de 1 ou de 1,5 mm ²	9	11
1 » 2,5, ou de 4, ou de 6, ou de 10 mm ²	11	11
1 » 16 mm ²	13,5	13,5
2 fils de 1 ou de 1,5 mm ²	11	13
2 » 2,5 mm ²	13	16
2 » 4 ou de 6 mm ²	16	16
2 » 10 ou de 16 mm ²	23	23
3 » 1 mm ²	11	11
3 » 1,5 ou 2,5 mm ²	13	16
3 » 4 mm ²	16	23
3 » 6 ou de 10 mm ²	23	23
3 » 16 mm ²	29	29
4 » 1 mm ²	13	13
4 » 1,5 ou de 2,5 mm ²	16	16
4 » 4 ou de 6 mm ²	23	23
4 » 10 mm ² ou de 16	29	29

7. *Choix du type de colonne montante.* La répartition de l'énergie dans la maison peut se faire, en principe, suivant deux systèmes distincts, soit par colonnes *individuelles* ou par colonnes *principales*. En pratique cependant, il y a souvent une combinaison des deux types, avec prédominance plus ou moins forte de l'un ou de l'autre.

Dans tous les cas où la maison est petite (un ou quelques appartements) il est avantageux d'envisager la distribution d'énergie par départs individuels. Chaque locataire, ou chaque appareil important est alimenté par sa ligne propre depuis le tableau d'entrée, où sont groupés tous les coupe-circuits, compteurs, horloges, déclencheurs pour boiler, déclencheur pour éclairage trois minutes des escaliers, etc. Ceci facilite beaucoup la lecture et la vérification des appareils, évite complètement les tableaux secondaires que beaucoup de propriétaires ne veulent voir ni dans l'escalier ni dans l'appartement et permet de brancher à peu de frais les lampes de caves sur les compteurs des locataires respectifs.

La légère plus-value de la dépense d'installation occasionnée par un nombre plus grand de colonnes montantes est bien contre-balancée par le fait qu'il n'y a pas de tableaux secondaires.

Cependant, lorsque l'immeuble dépasse certaines dimensions, le système précité conduit à des frais excessifs. Il est alors plus avantageux d'utiliser la distribution à colonne montante unique, ou peu nombreuses. Il est difficile de dire *a priori* où se trouve la limite entre l'un et l'autre mode de distribution, car cela dépend des dimensions et de l'aménagement du bâtiment. Cependant on peut fixer à une dizaine d'appartements le

chiffre approximatif d'où il est avantageux de passer des colonnes individuelles à la colonne unique.

Dans ce dernier cas, il est nécessaire de disposer d'un espace suffisant sur chaque palier pour y placer un tableau secondaire, portant les fusibles, compteurs et autres appareils des lignes se rendant aux différents appartements de l'étage. Ce tableau peut être placé dans une niche fermée par une porte au niveau du mur et peinte en même couleur. Il ne faut cependant pas oublier que les compteurs doivent rester très accessibles non seulement aux employés du Service électrique, mais aussi aux locataires, qui désirent très souvent contrôler leur consommation. En outre, les dimensions de ces niches doivent satisfaire aux conditions indiquées plus haut au chapitre « Tableaux ».

ÉCLAIRAGE

Principes généraux.

La puissance des sources lumineuses a augmenté de façon si rapide que, à bien des égards, les appareils d'éclairage sont restés en arrière, et qu'on s'est souvent contenté de munir d'anciens luminaires d'ampoules de plus en plus fortes, pour lesquelles ces appareils n'étaient pas calculés. Cette méthode présente de nombreux inconvénients, tant au point de vue de la fatigue des yeux par l'action directe de foyers lumineux éblouissants que par les ombres dures et l'éclairage inégal et peu esthétique qu'elle suscite infailliblement.

L'étude de l'éclairage de l'habitation ne peut être menée à bien que par la collaboration étroite de l'architecte-ensemblier et de l'électricien, *avant* la construction. On s'aperçoit souvent, lorsque la maison est déjà faite, que la création d'effets lumineux, décoratifs ou utilitaires qui auraient pu être prévus sans grands frais supplémentaires lors de l'élaboration des plans, sont devenus trop onéreux parce qu'on s'y est pris trop tard.

Il est par conséquent nécessaire de déterminer les effets d'éclairage que l'on désire réaliser, au point de vue confort, rendement et décoration, puis de rechercher les dispositions pratiques permettant d'obtenir aussi efficacement et économiquement que possible ces effets.

Nous reviendrons plus tard sur l'établissement d'un projet d'éclairage, nous bornant ici à rappeler que les points suivants doivent être étudiés :

1. Détermination de l'éclairage nécessaire ;
2. Répartition du flux lumineux sur les surfaces horizontales et verticales ;
3. Eblouissement direct et par réflexion ;
4. Ombres ;
5. Entretien des appareils.

Quelques définitions d'unités.

On appelle *intensité lumineuse* d'une source, l'intensité avec laquelle celle-ci émet des rayons lumineux dans une direction déterminée. En général, cette intensité lumineuse n'est pas la même dans toutes les directions. L'unité d'intensité est la *bougie internationale*. Elle correspond à l'intensité avec laquelle une bougie ordi-

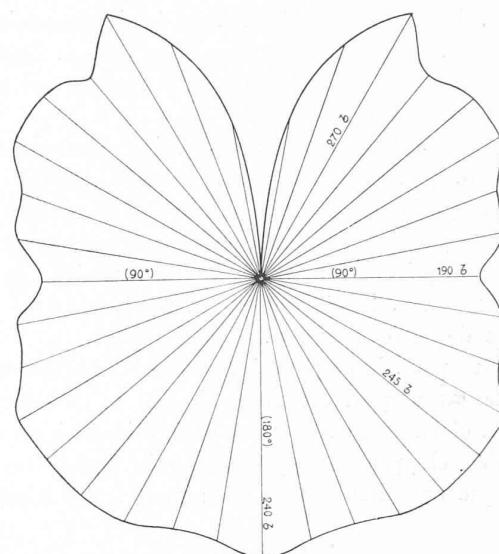


Fig. 1. — Courbe représentative des intensités lumineuses d'une lampe à filament en zig-zag.

naire émet ses rayons dans le plan horizontal passant par le centre de la flamme.

On désigne par *flux lumineux* la quantité totale de lumière émise par seconde dans toutes les directions.

L'unité de flux est le *lumen*, qui est la quantité de lumière interceptée par seconde par une surface de 1 m^2 située à 1 m d'une source ayant dans toutes les directions une intensité de 1 bougie.

L'unité d'*éclairement* est celui d'une surface de 1 m^2 recevant un flux de 1 lumen. C'est le *lux*. Elle correspond environ à l'éclairement d'un journal éclairé par une bougie ordinaire, placée à 1 m , si ce journal est tenu perpendiculairement à la direction du rayon lumineux tombant à son centre. Les éclairements produits par le soleil vont jusqu'à 80 000 lux à midi, en été, par temps clair.

La *brillance* d'un objet dépend à la fois de l'intensité lumineuse de la source qui l'éclaire et de l'aptitude qu'a cet objet à réfléchir plus ou moins la lumière qu'il reçoit. La brillance s'exprime en bougies par cm^2 ou *stilbs*.

La brillance des lampes actuelles est très forte. On peut s'en rendre compte par le tableau suivant :

Tableau III

Brillance d'une bougie ordinaire	$0,5 \text{ b.}/\text{cm}^2$
Brillance des lampes à filament de charbon	$50 \text{ b.}/\text{cm}^2$
Brillance des lampes de 15-100 watts, à vide	$200-400 \text{ b.}/\text{cm}^2$
Brillance des lampes de 100 à 1000 w. à atmosphère gazeuse	$500-1200 \text{ b.}/\text{cm}^2$

Répartition de la lumière, éblouissement.

Il est nécessaire de rechercher, pour chacune des pièces de la maison, une répartition judicieuse de la lumière, et l'on peut distinguer l'éclairage général de l'éclairage local. Ces deux systèmes doivent en général être employés simultanément. Le premier fournit une lumière aussi uniforme que possible dans toute la pièce, le second permet de

réaliser, dans certaines régions, un éclairage spécial destiné, soit à mettre en relief un objet, soit à rompre la monotonie de l'ensemble, soit à permettre un travail spécialement délicat.

Il faut avant tout s'efforcer d'éviter l'éblouissement. N'importe quel objet trop brillant placé dans le champ visuel empêche de distinguer les objets environnants, fatigue les yeux et donne à la pièce un aspect désagréable. Tous ceux qui ont rencontré une auto roulant avec ses grands phares allumés ont pu se rendre compte de la justesse de cette assertion.

D'autre part, le flux lumineux des lampes est réparti de telle façon qu'il est nécessaire de le modifier pour l'utiliser efficacement. Pour ces deux raisons, il est nécessaire d'envelopper la lampe d'appareils accessoires extérieurs que nous nommerons les appareils d'éclairage.

Les ampoules.

Les premières lampes électriques à incandescence utilisables étaient munies d'un filament de carbone placé dans une ampoule vide d'air pour éviter l'oxydation. Leur température de fonctionnement était d'environ 1800°. Comme le rendement lumineux s'améliore avec la hausse de la température de fonctionnement, on a cherché des matériaux ou des dispositifs permettant de faire travailler le filament à une température aussi haute que possible, tout en cherchant à lui conserver une durée acceptable. C'est ainsi que les lampes à fils métalliques sont nées, utilisant d'abord l'*osmium* puis le *tantale* et enfin le *tungstène*, dont le point de fusion très haut, 3385°, et la faible tendance à la vaporisation, permettent une température très poussée.

Un nouveau progrès a été marqué par l'adoption d'une atmosphère gazeuse dans l'ampoule primitivement vide d'air ; ce remplissage est constitué d'azote, d'argon ou d'un autre gaz inerte, à poids atomique élevé, qui retarde la vaporisation du filament. Le rendement lumineux s'est

élevé, au fur et à mesure de ces perfectionnements, comme le montre le tableau suivant :

Tableau IV.

Nature de la source	Température °C	Efficacité lumineuse lumens/watt
Filament de charbon	1800	2,6
» charbon traité	1890	3,4
» graphite	1920	4,2
» tantale	1980	5
» tungstène (40 watts dans le vide)	2200	9
Filament de tungstène (100 watts, atm. gaz.)	2500	11,5
Nouvelles lampes DLM (1934) (100 watts, atm. gaz)	—	15

D'autre part, le rendement augmente avec la puissance des ampoules, voir fig. 2 ci-dessous, ce qui fait qu'il est plus avantageux d'utiliser une ampoule de 150 watts, donnant un flux de 1850 lumens, que deux de 75 watts, donnant ensemble 1560 lumens, pour autant que d'autres considérations n'entrent pas en ligne de compte.

Les lampes sont garanties pour une durée moyenne de 1000 heures, à la tension pour laquelle elles sont construites et qui est gravée sur le culot. Elles doivent donner une efficacité lumineuse minimum conforme au tableau indiqué ci-dessus. Mais dès que la tension n'est plus exacte, il se produit des écarts de durée, consommation et rendement considérables.

On voit par la courbe de la fig. 3, valable pour les lampes normales de 25 à 200 watts, qu'une lampe de 100 watts par exemple, alimentée à 90 % de sa tension nominale aura une durée probable de 5000 heures au lieu de 1000 heures. Elle consommera environ les 85 % de sa puissance nominale, soit 85 watts et fournira un flux lumineux de 65 % de son flux normal, soit environ 730 lumens. Une lampe de 75 watts alimentée à la tension de 100 %, consommant donc 75 watts, brûlera probablement 1000 heures et fournira 780 lumens.

Nous devons ajouter ici que les ampoules peuvent se livrer en verre ordinaire, en verre dépoli à l'extérieur, en verre dépoli à l'intérieur ou en verre opale. Dans tous les cas où l'ampoule n'est pas complètement cachée par un appareil d'éclairage, il est nécessaire d'utiliser du verre dépoli ou du verre opale ; l'absorption de l'énergie lumineuse dans le verre dépoli ou le verre opale est négligeable (3 % environ), et l'éblouissement est fortement réduit.

Il est enfin recommandable de renoncer le plus possible aux petites ampoules dites « de décoration » (lampes-flammes, bougies, etc.) leurs faibles

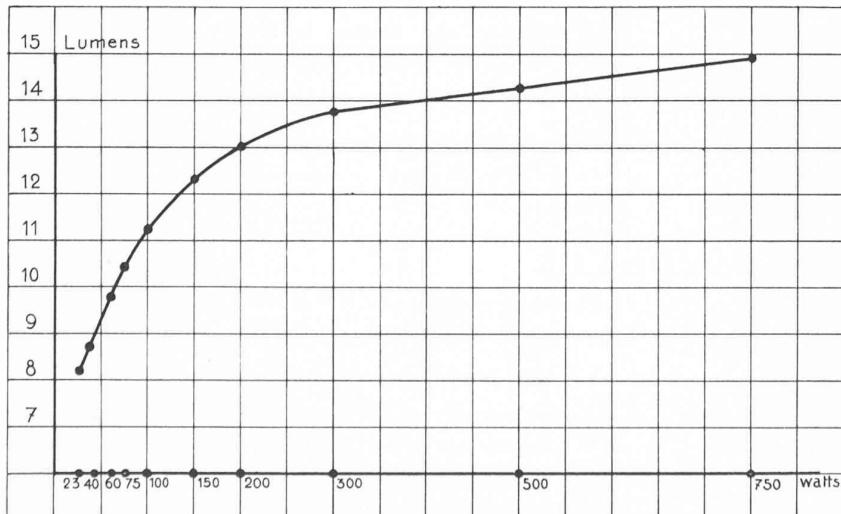


Fig. 2. — Efficacité lumineuse en fonction de la puissance des ampoules.
(Lire Lumens/watt, au lieu de Lumens, sur l'axe des ordonnées.)

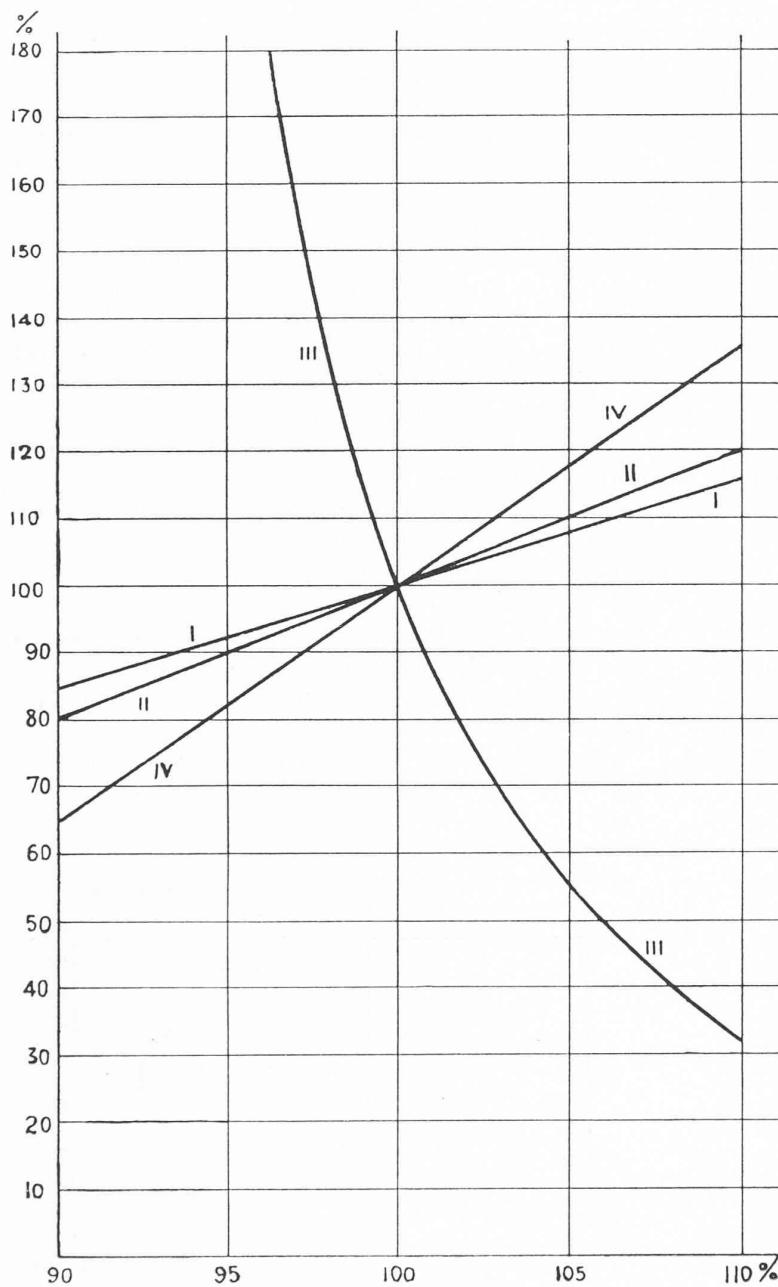


Fig. 3. — Eclairage, consommation et durée des lampes à incandescence, en fonction de la tension.

Légende. — Abscisses : Tension d'exploitation, en % de la tension nominale de la lampe. Ordonnées : I. Puissance absorbée (W), en % de la normale. — II. Efficacité lumineuse (lu/W), en % de la normale. — III. Durée (h), en % de la normale. — IV. Flux lumineux (lu), en % de la normale.

dimensions déterminant un échauffement exagéré, au grand détriment de la durée.

Nous n'avons pas parlé dans ce chapitre des lampes à vapeur de mercure, au néon, à vapeur de sodium, à ampoules sélectives jaunes, etc. Tous ces types d'éclairage donnent une lumière colorée monochromatique, qui les exclut d'emblée lorsqu'il s'agit de l'éclairage des habitations.

Il est possible cependant, dans certaines recherches de décoration lumineuse, et non plus d'éclairage, que les tubes à lumière froide puissent rendre service à l'architecte ou au décorateur.

Types d'éclairages et caractéristiques des matériaux utilisés.

Les appareils d'éclairage servent à modifier la répartition des rayons lumineux émis par la source, en réduisant la brillance dans la mesure où elle est gênante, et en envoyant les rayons lumineux dans une direction choisie suivant la nature du local et les effets décoratifs ou utilitaires désirés.

Ces appareils utilisent des organes qui réfléchissent, réfractent, diffusent ou absorbent les rayons lumineux.

1. *Classification des éclairages.*
On les classe, en général, d'après la manière dont ils répartissent le flux lumineux. Les appareils d'éclairage *direct* dirigent toute la lumière vers le bas, sans qu'aucune portion du flux puisse éclairer le plafond. (Fig. 4)

Les appareils d'éclairage *indirect* (Fig. 7) dirigent toute la lumière vers le haut, et c'est le plafond et parfois le haut des murs qui la restituent dans toute la pièce. Les appareils *mixtes* renvoient une partie de la lumière en haut et une partie en bas. Ils sont dits *semi-directs* (Fig. 5) si le flux lumineux dirigé vers le bas est plus important que celui dirigé vers le haut, et *semi-indirects* (Fig. 6) dans le cas contraire.

Chacun de ces systèmes offre des avantages et des inconvénients. L'éclairage *direct* est plus économique, mais il est moins agréable et les ombres sont plus dures.

Les systèmes *mixtes* sont, en général, recommandables, en partant du principe que la dépense en énergie électrique et le confort augmentent parallèlement quand on passe de l'éclairage direct à l'éclairage indirect.

2. *Propriété des matériaux utilisés.* Il est bon de dire d'emblée que les propriétés des matériaux varient suivant la couleur de la lumière. Ainsi, un métal doré, qui réfléchit les 90 % de la lumière rouge (perte par absorption, 10 %) ne renvoie que les 30 % d'un rayon bleu ou violet (perte par absorption, 70 %). De même, une surface nickelée absorbera les 50 % d'un rayon violet, et les 30 % d'un rayon orange.

Surfaces polies (métal poli, verre argenté). Les rayons lumineux arrivant sur de telles surfaces se réfléchissent régulièrement (angle de réflexion égal à l'angle d'incidence). En modifiant la forme de la surface réfléchissante, on peut, par conséquent, diriger les rayons réfléchis à volonté. Une surface plane renvoie les rayons parallèlement, une surface bombée les fait diverger et une surface creuse, converger.

Le rendement d'un métal dépend de sa nature. Pour de la lumière blanche, une surface d'argent poli a un

rendement de 88 %, tandis que l'aluminium a un rendement de 60 %, le verre argenté 75 à 80 %.

Surfaces diffusantes mates. Une surface est appelée *mate* lorsqu'elle ne brille pas, par exemple du buvard blanc. Les rayons lumineux y sont réfléchis dans toutes les directions et la surface apparaît comme uniformément éclairée (brillance égale). Ainsi, un plafond blanc éclairé est une surface diffusante mate, qui réfléchit environ 80 % de la lumière qu'elle reçoit.

Verre opale. Ce verre joue le rôle à la fois d'un réflecteur et d'un diffuseur de la lumière. Quand un faisceau lumineux tombe sur sa surface, une partie des rayons est réfléchie, et le reste traverse le verre qui les diffuse dans toutes les directions. Suivant le degré d'opalisation du verre, il y a prépondérance de l'un ou de l'autre phénomène.

Verre dépoli. Le verre dépoli a des caractéristiques semblables à celles d'un verre faiblement opalisé ; une faible partie des rayons sont réfléchis, et la majeure partie traversent le verre et sont alors diffusés. Il en résulte que ce verre peut être utilisé comme diffuseur, mais non comme réflecteur.

Surfaces émaillées. L'émail présente de grandes variations au point de vue rendement et il faut toujours choisir

des réflecteurs qui paraissent blanches, dont le rendement atteint 75 %. Ceux qui ont une teinte grise ont un rendement défectueux.

Les rayons lumineux sont réfléchis, mais de manière diffuse. Les appareils sont en général robustes et la surface réfléchissante se conserve longtemps.

Soie. La soie blanche réfléchit environ 30 % des rayons lumineux, et laisse passer le reste presque sans absorption. La diffusion est assez bonne, et on utilise souvent ce matériel pour fermer la partie inférieure des lustres à éclairage direct, pour atténuer l'éblouissement produit par l'ampoule. La soie colorée réfléchit moins de lumière et en absorbe plus que la blanche ; son rendement varie beaucoup et peut tomber jusqu'à 20 % pour des soies épaisses et foncées.

Parchemin, cellon. Le parchemin, très utilisé actuellement pour ses possibilités de décoration, a des propriétés variant fortement suivant l'épaisseur, la teinte et l'aspect de la surface, qui peut être lisse, craquelée, gaufrée, etc. Le pouvoir de réflexion, qui est de 50 % environ pour du matériel non teinté, descend à 15-20 % pour un parchemin brun ou rouge foncé, tandis que l'absorption augmente de 20 % à 60 %.

Depuis quelques années, on tend à remplacer le

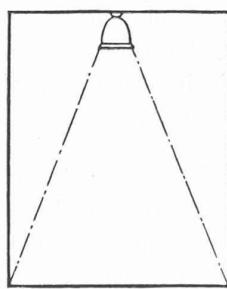
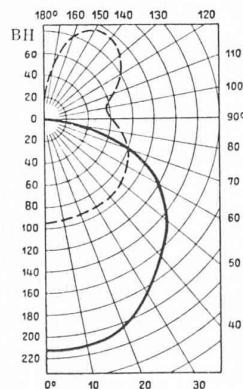


Schéma de l'éclairage direct.

Fig. 4. — Eclairage direct.



Courbe photométrique de répartition de l'intensité lumineuse dans un plan méridien.

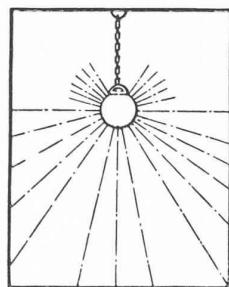
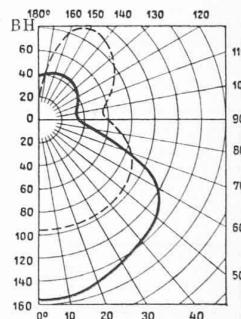


Schéma de l'éclairage semi-direct.

Fig. 5. — Eclairage semi-direct.



Courbe photométrique de répartition de l'intensité lumineuse dans un plan méridien.

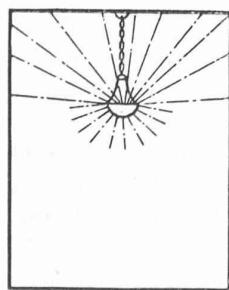
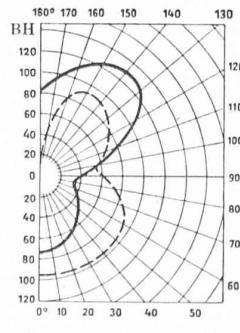


Schéma de l'éclairage semi-indirect.

Fig. 6. — Eclairage semi-indirect.



Courbe photométrique de la répartition de l'intensité lumineuse dans un plan méridien.

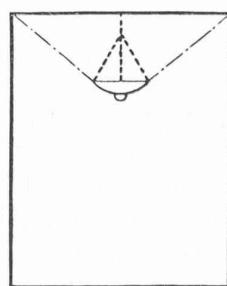
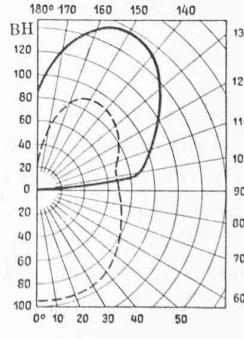


Schéma de l'éclairage indirect.

Fig. 7. — Eclairage indirect.



Courbe photométrique de la répartition de l'intensité lumineuse dans un plan méridien.

Légende : = lampe nue.
 = lampe munie de son armature.
BH = bougies Hefner.

parchemin par du *cellon*, substance plus lisse qui permet un meilleur nettoyage et se prête à la peinture au pistolet. La réflexion passe de 60 à 10 %, et l'absorption de 25 à 85 %, si l'on va d'un *cellon* blanc à un *cellon* très foncé.

3. Les propriétés essentielles des matériaux utilisés dans l'éclairage sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau V.

Matériel	Réflexion en %	Transparence en %	Absorption en %
argent	90	0	10
miroir	80	0	20
émail	60-75	0	40-25
nickel poli	55	0	45
nickel mat	50	0	50
tôle, peinte en blanc mat	85	0	15
verre clair	6	90	4
verre dépoli	10	80	10
verre opale faible	30	50-60	10
verre opale fort	75	15	10
albâtre	55	25	20
parchemin non teinté	50	40	10
parchemin très foncé	20	15	65
soie blanche	30	68	2
soie foncée	15	5	80
cellon blanc	55	15	30
cellon foncé	10	5	85

Appareils d'éclairage.

Nous passerons ci-dessous en revue les trois types classiques, soit les appareils à éclairage *direct*, *indirect* et *mixte*. Il est bon de remarquer qu'en général, une pièce éclairée par un des deux types extrêmes présentera vite un aspect de monotonie si on ne lui adjoint pas des appareils accessoires, appliques, lampes de table, lampadaires, sujets lumineux, modifiant la répartition régulière de la lumière et des ombres dans un endroit du local.

1. *Appareils d'éclairage direct*. Ce type d'éclairage est généralement réalisé par des réflecteurs en matériel opaque, accompagnés ou non d'écrans diffuseurs. Il est presque exclusivement utilisé pour l'éclairage d'ateliers et d'usines, car il permet d'obtenir le maximum d'effet utile pour une consommation minimum d'énergie électrique. On les utilise peu dans les maisons privées. Ils laissent le plafond et le haut des parois complètement obscurs ce qui est peu agréable. Comme on ne peut pas les placer assez haut, ils sont souvent éblouissants. Cependant, ils peuvent être très utiles pour des éclairages locaux, par exemple d'une table de travail, d'un bureau, d'une œuvre d'art, d'une place de lecture dans un fauteuil ou même pour lire au lit. Ils permettent de diriger et de concentrer le flux lumineux sur sa lecture en laissant le reste de la pièce dans l'ombre.

Un procédé d'éclairage direct utilisable dans les appartements est réalisable dès que la brillance de la source est admissible. Un panneau de verre diffusant, encastré dans le plafond, forme un éclairage direct non éblouissant.

Il est nécessaire que la cage soit peinte en blanc mat,

et que l'ampoule soit au moins à 15 cm du verre, si l'on ne veut pas voir une tache brillante. Une charnière permettra d'ouvrir simplement cet appareil pour changer l'ampoule.

D'autre part, les lampes à très faible brillance, lampes tubes, linestra, phillinéa, etc., permettent de réaliser des éclairages directs s'accordant parfaitement avec l'architecture et le caractère de chaque pièce. Ces tubes se livrent en général sous forme de pièces droites ou cintrées de 50 cm ou 1 m et peuvent être utilisés pour former des appareils d'éclairage très originaux.

2. *Appareils d'éclairage indirect*. Ce type d'éclairage est plus coûteux que le précédent ; il a cependant le grand mérite de supprimer totalement l'éblouissement, de remplacer les ombres dures par des ombres très douces, de donner à la pièce un aspect plus agréable, la lumière semblant venir de toute la surface du plafond. On peut lui reprocher une certaine monotonie et un manque de contrastes qui nécessitent souvent la création d'une tache lumineuse produite par un appareil accessoire, autant dans un but décoratif qu'utilitaire.

Les éclairages indirects peuvent se répartir en trois catégories : par corniche, par réflecteur, soit central, soit en applique et par des dispositifs spéciaux.

Les corniches. L'éclairage par corniche est difficile à réaliser dans les appartements. En effet, les lampes doivent être placées à une distance du plafond égale environ au $\frac{1}{3}$ ou au $\frac{1}{4}$ de la largeur de la pièce, ce qui est en général prohibitif. Si cependant les lampes cachées par la corniche sont munies de réflecteurs, on peut les rapprocher du plafond, mais il ne faut pas oublier que plus les lampes sont loin du plafond, mieux on évite la formation de « taches » lumineuses d'un effet esthétique désastreux.

La forme et surtout la couleur du plafond jouent un très grand rôle. En effet, un plafond plat oblige à monter un grand nombre de lampes de faible puissance, entraînant des frais d'installation considérables et une consommation trop forte (voir fig. 2). D'autre part, le rendement du plafond baisse très vite dès qu'il n'est plus absolument blanc, et peut passer de 80 % à 30 % seulement.

L'éclairage indirect par réflecteur est beaucoup plus simple. Il permet l'utilisation d'un petit nombre de lampes de grosse puissance, d'où économie dans la construction et dans l'exploitation. Il est, en outre, généralement possible de placer ces réflecteurs, soit comme coupe centrale, soit comme appliques, plus bas que les corniches, et l'uniformité d'éclairage du plafond s'améliore énormément.

Les appareils utilisés ont une surface interne en verre argenté, métal chromé, émail, etc. Les coupes doivent être placées à une hauteur telle qu'il soit impossible d'apercevoir l'ampoule qui y est contenue.

Il est aussi très souvent possible de réaliser un dispositif d'éclairage indirect incorporé dans la décoration de la pièce, en mettant à profit des colonnes, consoles, niches, etc., pour y dissimuler des réflecteurs.

Il est très nécessaire d'empêcher tout dépôt de poussière sur les surfaces réfléchissantes, sans quoi le rendement lumineux tombe très vite. Si on ne peut pas les nettoyer périodiquement, il faut alors fermer le réflecteur par une plaque en verre mince dépoli qui aura, en outre, l'avantage de diminuer la formation de « taches » lumineuses au plafond.

On aura parfois avantage à donner au plafond une forme spéciale (coupole) permettant l'éclairage par un seul foyer lumineux.

3. *Appareils mixtes.* L'éclairage mixte sert à dissiper l'impression de tristesse due à la trop grande uniformité d'éclairage inhérente à l'éclairage totalement indirect. Une portion plus ou moins importante du flux lumineux est dirigée vers le bas, donnant à la pièce un aspect plus gai. C'est l'éclairage idéal pour une salle à manger, permettant, à l'aide d'un appareil bien choisi, d'éclairer uniformément la pièce au moyen du flux lumineux indirect réfléchi par le plafond, et de concentrer sur la table une quantité supplémentaire de lumière émise directement.

La plupart de ces appareils sont constitués par une enveloppe extérieure en verre opalin, de forme variable suivant la distribution de lumière que l'on veut obtenir. La dimension de l'appareil doit être proportionnée à la puissance de la lampe qu'il doit contenir. L'intérieur du diffuseur contient très souvent un appareil réfléchissant (*X-Ray*, par exemple) dirigeant la majeure partie du flux lumineux vers le haut, constituant ainsi un éclairage semi-indirect.

Calculs d'éclairage.

Avant de se décider pour tel ou tel système d'éclairage, il est bon d'avoir une idée de la manière dont on peut déterminer, *a priori*, le nombre et la nature des sources d'éclairage. Nous n'entrerons pas dans les détails dépassant le cadre de cet article et nous nous bornerons à indiquer les points essentiels à considérer, lors de l'établissement d'un projet d'éclairage destiné, nous le rappelons, à une maison d'habitation. Des calculs plus précis sont nécessaires dès qu'il s'agit de locaux publics ou industriels.

1. *Valeur d'éclairage.* Il convient d'abord de choisir la valeur de l'éclairage recommandable pour chaque pièce.

Les chiffres indiqués dans le tableau ci-dessous sont des moyennes, permettant d'accomplir un travail donné dans de bonnes conditions sans dépenses exagérées. La valeur de l'éclairage, en *lux*, est mesurée sur le « plan de travail », c'est-à-dire à 80 cm du sol pour les pièces de l'appartement et sur le sol pour les couloirs, halls, etc. Nous donnons aussi, à titre de comparaison, quelques valeurs ayant trait à l'industrie ou au commerce.

Tableau VI.

Appartements	Lux
Salle à manger, éclairage général	50
Salle à manger, éclairage de la table	80-100
Salon, éclairage général	30
Bureau, éclairage général	50

Bureau, éclairage de la table de travail	80-100
Cabinets de toilette	40
Cabinet de toilette, éclairage de la glace	80-100
Vestibules, cabinets de débarras, penderies	20
Corridors	10
Salle de billard ou de ping-pong, éclairage général	40
Salle de billard ou de ping-pong, écl. de la table	150
Cuisine, éclairage général	40
Cuisine, éclairage de l'évier et du fourneau-potag	80
Salle de lingerie, couture	100-120
Chambres à coucher, éclairage général	30
<i>Divers</i>	
Hôpitaux : tables d'opération	1500
Magasins, éclairage général	80
Magasins, éclairage des vitrines	100-1000
<i>Ecoles :</i>	
Salles de classe	80
Salles de couture et de dessin	100-120
Salles de gymnastique	60
Piscines	40
<i>Hôtels :</i>	
Hall	40
Cuisine	60
Chambres	60
<i>Industrie :</i>	
Travail grossier : forge, laminage	30
Travail moyen : sciage, machines automatiques, cartonnage, empaquetage, soudure	60
Travail fin : travail de petites pièces à l'établi, peinture	80
Travail très fin : établis d'horlogers, ateliers de couture, modes, imprimeries	100-200

La valeur de l'éclairage ayant été déterminée à l'aide du tableau ci-dessus, il convient de procéder au choix du mode d'éclairage et du type d'appareil à utiliser.

Les données suivantes vont intervenir :

2. *Données à considérer lors de l'établissement du projet.*

Rendement des appareils. Une lampe nue émet un flux lumineux dépendant de la puissance, en watts, qu'elle consomme et de sa construction. Une certaine partie de ce flux sera absorbée par l'appareil d'éclairage. Le rendement de cet appareil, que nous appellerons η , peut varier dans de fortes proportions. Une boule de verre opale a un rendement de 80 à 90 %, suivant la qualité du verre, un réflecteur *X-Ray*, en tôle émaillée, varie de 60 à 80 %. Les diffuseurs en verre opale, prismatique, verre argenté, etc., ont un rendement variant de 50 à 80 %. Enfin, les abat-jour composés avec du parchemin, de la soie, des verreries, etc. ont un rendement variable, mais rarement supérieur à 50 %.

Rendement des locaux. L'éclairage d'un local, avec un appareil donné, muni d'une lampe donnée, peut varier très fortement suivant deux facteurs qui dépendent, le premier de la couleur du plafond et des murs, le second, des dimensions de la pièce.

Le plafond et les murs reçoivent une partie souvent très importante du flux lumineux. Dans l'éclairage indirect, le plafond reçoit même la totalité du flux émis par l'appareil d'éclairage. Or, il réfléchit d'autant plus de lumière qu'il est plus clair.

On appelle *facteur de réflexion*, c'est-à-dire rendement d'une surface, le rapport du flux lumineux réfléchi par cette surface au flux reçu par elle.

Les différentes couleurs ont le facteur de réflexion suivant :

Tableau VII.

blanc mat	85 %
blanc, peinture à huile	75-80 %
ivoire	70 %
jaune crème	70 %
jaune paille	55 %
jaune foncé	48 %
brun	30 %
vert clair	50 %
vert foncé	10 %
bleu clair	40 %
bleu foncé	7 %
rouge clair	30 %
rouge foncé	10 %
noir	au-dessous de 4 %.

On voit donc que si on désire éclairer une chambre ayant un plafond bleu clair au moyen d'un éclairage totalement indirect, les 60 % de la lumière émise par l'appareil seront perdus dans le plafond.

Les dimensions de la pièce jouent aussi un rôle, car si l'appareil d'éclairage n'y est pas adapté, une bonne partie du flux lumineux est mal utilisée.

L'indice du local, dont nous aurons besoin lors de l'établissement du projet d'éclairage, s'établit comme indiqué ci-dessous. Il peut varier de 0,6 à 5 pour les locaux à plan carré.

Pour éclairage direct } 1. Largeur du local.
et semi-direct } 2. Haut. des lampes au-dessus du plan utile.

Pour éclair. indirect } 3. Largeur du local.
et semi-indirect } 4. Haut. du plafond au-dessus du plan utile.

Le *rendement du local* croît dans le même sens que l'*indice du local*, mais pas proportionnellement. Dans le cas d'un éclairage direct avec diffuseur large, et pour un local dont le plafond aurait un facteur de réflexion de 80 % et dont les parois auraient un facteur de réflexion de 50 %, le rendement global varie avec l'indice du local comme indiqué à la figure 8.

On appelle *rendement du local* (η) le rapport entre le flux sortant de l'appareil d'éclairage et celui qui atteint le plan utile.

Il est encore une cause qui intervient, c'est la diminution du flux produit par l'appareil avec le temps. *Le facteur de dépréciation* tient compte de cette diminution, qui provient de trois causes :

1^o le flux lumineux émis par les lampes baisse au cours de leur vie utile. Après 1000 heures, il n'est plus que les 80 % de sa valeur initiale ;

2^o le facteur de réflexion du plafond et des murs diminue à mesure qu'ils se noircissent ;

3^o la poussière qui se dépose sur les appareils nécessite un nettoyage assez fréquent.

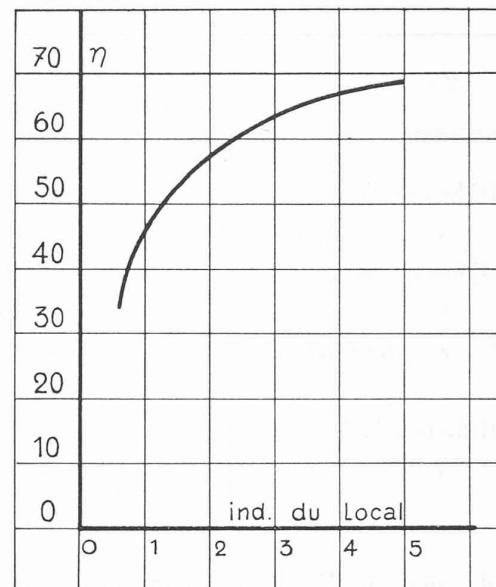


Fig. 8. — Rendement d'un local, en fonction de l'indice du local.

Ces différentes causes font qu'il est nécessaire de majorer le flux prévu de 20 à 50 %, suivant la nature du local (moins ou plus poussiéreux), le type d'éclairage et la nature des appareils (fermés ou ouverts).

3. *Calcul*. Nous pouvons condenser ce qui a été exposé dans les chapitres précédents sous forme d'un tableau, qui indiquera le rendement global de l'appareil et de la pièce, suivant le type d'appareil, la couleur des murs et du plafond, et l'indice du local.

Dans le tableau VIII, nous avons indiqué, pour chaque type usuel d'appareil, le rendement global en fonction du facteur de réflexion du plafond et des murs et de l'indice du local.

Par exemple, le réflecteur n° 1 placé dans une pièce à plafond très clair (facteur de réflexion 80 %), à murs assez clairs (facteur de réflexion 50 %) accusera un rendement global de 0,40 si l'indice du local est de 0,6 et 0,75, si ce même indice est de 5. Pour un indice intermédiaire entre 0,6 et 5, on choisira entre 0,40 et 0,75 en se basant sur la courbe de la figure 8.

Exemple de calcul.

Nous avons maintenant tout ce qu'il faut pour calculer notre projet d'éclairage. Supposons, par exemple, un salon. Nous désirons dans cette pièce un éclairage moyen de 30 lux. La pièce mesure par exemple 4,5 m sur 4,5 m, soit 20 m² et a une hauteur de 3 m. Les murs sont tapisés en bleu clair et le plafond est blanc. Il faudra que 30 lux \times 20 m² = 600 lumens atteignent le plan utile.

Le facteur de réflexion du bleu clair est 40 % (tableau VII). Le facteur de réflexion du plafond est 80 % (tableau VII). L'indice du local, conformément à la formule indiquée plus haut, pour le cas d'éclairage semi-indirect et indirect, est de

$$\frac{3 \cdot 4,50}{4 \cdot 2,20} = 1,7$$

Tableau VIII.

Type d'appareil	Facteur de réflexion	Plafond très clair 80% Murs assez clairs 50%	Facteur de réflexion	Plafond assez clair 5% Murs assez sombres 30%	Plafond assez sombre 30% Murs très sombres 10%
	Indice du local de 0,6 à 5	Indice du local de 0,6 à 5	Indice du local de 0,6 à 5	Indice du local de 0,6 à 5	Indice du local de 0,6 à 5
1. Réflecteur <i>direct</i> large	<i>Rendement global</i>	0,40 — 0,75	<i>Rendement global</i>	0,30 — 0,65	0,25 — 0,60
2. » » profond		0,35 — 0,65		0,25 — 0,60	0,20 — 0,55
3. Diffuseur <i>semi-direct</i>		0,35 — 0,70		0,25 — 0,55	0,20 — 0,50
4. » » »		0,25 — 0,60		0,20 — 0,45	0,15 — 0,40
5. » <i>semi-indirect</i>		0,25 — 0,55		0,20 — 0,40	0,10 — 0,30
6. » » »		0,20 — 0,50		0,10 — 0,35	0,05 — 0,25
7. Réflecteur <i>indirect</i>		0,20 — 0,45		0,10 — 0,25	0,05 — 0,15
8. » » »		0,20 — 0,50		0,10 — 0,30	0,05 — 0,15

Les 2,20 m sont calculés : hauteur du plafond (3 m) moins hauteur du plan utile (0,80) égale 2,20 m.

Supposons que nous désirions utiliser un appareil d'éclairage *semi-indirect*, en verre opalin, type 6 (tableau VIII), nous devons choisir entre 0,20 et 0,50. L'indice du local étant 1,7 nous admettrons un facteur d'utilisation de 0,40.

La lampe doit donc émettre un flux de $600 : 0,40 = 1500$ lumens pour produire sur le plan utile un éclairage de 30 lux. Il faut encore majorer cette valeur pour tenir compte de la dépréciation. Le salon étant un local très peu poussiéreux, et le type d'appareil étant fermé, une augmentation de 10 % paraît suffisante. Le flux final émis par la lampe doit donc être de $1500 \times 1,10 = 1650$ lumens. Nous avons le choix entre une lampe de 100 watts et une de 150 watts. La première fournit un flux de 1150 lumens, environ, et l'éclairement moyen sera de 21 lux, au lieu de 30 demandés. La seconde fournit 1850 lumens, et l'éclairement sera de 34 lux.

L'éclairage des diverses pièces.

L'appareil choisi doit être approprié à l'usage de la pièce, et un lustre de salle à manger ne convient pas du tout pour l'éclairage d'un salon, par exemple.

Eclairage de la salle à manger. Cet éclairage doit être particulièrement brillant sur la table elle-même, pour mettre en valeur les cristaux, l'argenterie, les vins... L'éclairage peut être plus faible, mais uniforme, dans le reste de la pièce. L'emploi d'appareils indirects est complètement à déconseiller, car l'éclairage produit est trop terne et ne fait pas suffisamment briller les garnitures de la table.

Le système le plus simple est un appareil central du type *semi-direct*. Sa hauteur de suspension doit être telle que les convives puissent se voir. Le bord inférieur doit être pour cela à 1,40 m du plancher au minimum. La table sera alors très fortement éclairée par le flux direct sortant de l'appareil, tandis que le reste de la pièce bénéficiera du flux indirect. Si la pièce est très grande, des

appliques murales peuvent renforcer l'éclairage, près d'un bahut par exemple.

Dès que les lustres de salle à manger prennent une certaine importance (au-dessus de 3 à 4 ampoules) il est possible de les obtenir avec double allumage. Cette disposition est extrêmement commode. Elle permet d'équiper le lustre d'ampoules puissantes, donc à bon rendement. Lorsque les convives sont peu nombreux, ou que pour une raison quelconque on désire ménager la lumière, on peut n'enclencher que la moitié ou les deux tiers du lustre. Lors d'une réception, on allume le tout.

La solution qui consiste à établir un éclairage général indirect renforcé par de petites lampes portatives placées sur la table peut être utile dans certains cas très particuliers. Il est dans ce cas souhaitable qu'un des petits côtés de la table soit appuyé contre une paroi, de manière à éviter des fils volants.

Le *salon* est une pièce dont les dimensions, la décoration et l'utilisation peuvent varier dans de telles limites qu'il est difficile de prescrire un éclairage optimum. Il est nécessaire que l'architecte, le décorateur et l'électricien collaborent intimement pour y établir un éclairage cadrant avec son style et adéquat à ses différentes utilisations. En général, on n'y recherche pas un éclairage intense, nécessaire pour un travail, mais on est plutôt guidé par des buts esthétiques ou décoratifs. Quand cette pièce est meublée et décorée dans des styles anciens, le propriétaire désire souvent utiliser des lustres de même époque. Il est nécessaire d'user de grande prudence lorsqu'on adapte un ancien lustre à l'éclairage par l'électricité, si l'on veut éviter un éblouissement très désagréable. L'idéal est de munir les lustres à cristaux des anciennes époques de lampes de faible puissance, et de compléter l'éclairage de la pièce par des appareils indirects aussi peu visibles que possible. Ces réflecteurs peuvent être cachés dans des corniches ou même parfois montés dans le lustre lui-même, mais il faut veiller à éviter l'éblouissement par réflexion sur les cristaux. Ces

dispositions peuvent être très utiles en permettant d'augmenter fortement la quantité de lumière lors de réceptions, soirées, etc.

Au point de vue éclairagisme pur, le meilleur système est un bon diffuseur. Il en existe qui ont été créés spécialement pour l'éclairage des salons, en verre gravé, albâtre, parchemin, etc. On peut aussi utiliser l'éclairage par plafond diffusant. Cependant, l'éclairage général, *indirect* ou *semi-indirect*, reste toujours un peu froid et terne. On a bien avantage à le compléter par des appliques, des lampes de table, des lampadaires, qui mettront des notes gaies dans la pièce.

L'éclairage correct d'un *piano* est difficile à réaliser. Il s'agit de bien éclairer le cahier de musique, de donner encore un peu de lumière sur le clavier, mais de laisser dans l'ombre le visage de l'exécutant. Les deux bougies classiques placées de part et d'autre du lutrin vont exactement à l'encontre de ces desiderata. Il vaut mieux utiliser les lampes spéciales dites de piano, qui permettent de concentrer la lumière où elle est nécessaire. Elles sont en général en forme de gouttière et contiennent une lampe tubulaire ou deux lampes ordinaires. Un lampadaire placé derrière et à côté du pianiste permet aussi de résoudre la difficulté. La meilleure solution, bien que plus coûteuse, consiste à utiliser un réflecteur indirect près du piano.

Chambre à coucher. Il est en général recommandable d'utiliser un système d'éclairage général, assez faible, et d'éclairer plus fortement certains points suivant les besoins. Le rendement de l'appareil d'éclairage général étant sans importance, vu sa faible intensité, on peut utiliser n'importe quelle matière, à condition de pouvoir en ôter la poussière. Il faut éviter cependant les teintes bleues ou vertes, donnant des teints cadavériques, et préférer des éclairages dans les tons allant du rose au jaune. Il est pratique de réaliser un double allumage, depuis la porte et depuis le lit. A ce sujet, il est peut-être opportun de rappeler que les interrupteurs placés au bout de cordons électriques sont interdits, parce que trop dangereux.

L'éclairage du lit doit permettre la lecture. Dans le cas d'un lit à deux places, ou de deux lits, il est opportun de choisir un appareil très concentrant, de manière qu'un des occupants puisse lire sans gêner l'autre. Le plus pratique est de placer sur le mur un appareil envoyant ses rayons lumineux aussi perpendiculairement que possible sur les pages. Un hublot avec volet encastré dans la paroi au-dessus du lit, semblable à ceux utilisés dans les couchettes des paquebots ou des wagons-lits, est une solution originale et efficace. La plupart des lampes placées sur les tables de chevet remplissent assez mal cette condition : les rayons lumineux arrivent très en oblique, et, placées en général trop bas, elles obligent le lecteur à des positions incommodes. Il existe cependant des lampes orientables répondant bien à l'effet désiré.

Les lampes veilleuses, au néon, peuvent être très utiles. Leur consommation est extrêmement faible. Leur

faible lueur ne gêne pas le sommeil, mais permet de distinguer un mouchoir, des pastilles, etc.

L'éclairage de la *psyché* mérite une attention très spéciale, car le problème est assez difficile à résoudre convenablement. Il faut éclairer la personne qui se regarde tout en laissant le miroir dans l'ombre. On ne peut pas masquer la source lumineuse par des réflecteurs opaques. Il faut, d'autre part, éviter l'éblouissement direct en choisissant des réflecteurs d'assez grande surface pour que leur brillance soit faible tout en fournissant un flux lumineux suffisant. Il faut aussi prendre garde à l'éblouissement par réflexion. Si les appareils d'éclairage sont mal placés, la personne qui se regarde voit leur image dans le miroir. La brillance de celle-ci étant supérieure à la sienne propre, la personne ne peut plus rien distinguer. Si l'appareil d'éclairage est constitué d'appliques placées au niveau du miroir, il est en général suffisant de les en écarter d'une dizaine de centimètres.

Il est enfin nécessaire d'éclairer le visage sur les deux faces. Le dispositif consistant à placer au-dessus de la glace une applique unique occasionnelle, en général, des ombres portées très dures. Il éclaire mal les côtés et le bas du visage et donne très fréquemment un fort éblouissement par réflexion dans la glace.

Il est souvent indiqué, pour les chambres à coucher et surtout pour les chambres d'enfant, d'utiliser des *interrupteurs silencieux*. Ceux-ci sont plus chers que les interrupteurs normaux mais peuvent rendre de grands services, en supprimant le bruit sec nécessaire par la rupture brusque du contact ; ce bruit est parfois assez fort pour réveiller des personnes nerveuses ou dont le sommeil est très léger.

Salle de bains. L'éclairage de la glace, qui est l'essentiel dans une salle de bains, vient d'être exposé ci-dessus.

Si la pièce est un peu grande, il est nécessaire d'avoir un éclairage général, à part l'éclairage de la glace qui peut suffire dans les petites pièces. Cet éclairage général peut être réalisé plus ou moins simplement suivant le luxe de l'installation, mais les diffuseurs étanches sont très recommandables si l'on veut éviter des perturbations dans un bref délai. Il est pratique de disposer l'interrupteur du miroir à sa proximité immédiate, et d'avoir un double allumage de l'éclairage général, si la salle de bains donne accès, d'une part à la chambre à coucher et d'autre part dans un corridor par des portes éloignées l'une de l'autre.

Il faut éviter de placer les interrupteurs à proximité immédiate de la baignoire. Si l'isolation de ces appareils est tant soit peu défectueuse, il peut se produire des *accidents mortels*.

D'autre part, les prises installées dans la salle de bains devraient toujours être munies d'une broche de mise à la terre qui empêche d'y brancher des appareils non munis d'une fiche spéciale. Les appareils tels que séche-cheveux, radiateurs, fers à friser, etc., qui sont utilisés très souvent dans cette pièce sont alors munis de cette fiche spéciale, qui permet aussi de les brancher sur les

prises ordinaires ; le *danger mortel* résultant d'un état défectueux de l'appareil est alors conjuré.

Il convient d'insister très fortement là-dessus, car il arrive chaque année plusieurs accidents mortels dans les salles de bains, le corps humain étant infiniment plus sensible au courant électrique dès qu'il est mouillé.

Cuisine. L'éclairage de la cuisine présente une grosse importance, car c'est une pièce où le soin et la propreté sont de rigueur. De plus, la lumière y brûle souvent plus longtemps que dans n'importe quelle chambre. Il est nécessaire d'y combiner l'éclairage général et l'éclairage local.

L'éclairage général sera avantageusement réalisé par un diffuseur plafonnier *semi-direct*, en verre opale. L'ampoule devra être, au minimum, de 40 watts, mais 60 ou 75 watts sont recommandables.

Cet éclairage général étant placé au centre de la pièce, la cuisinière portera ombre sur son travail dès qu'elle se trouvera devant le «fourneau-potager» ou l'évier. Il convient donc d'éclairer ces deux postes chacun par une applique. Celle-ci sera constituée par un diffuseur *semi-direct* en verre dépoli, ou par une lampe en forme de gouttière. Il est cependant indiqué d'utiliser des globes étanches et lavables, à cause des vapeurs grasses et humides qui se dégagent des ustensiles de cuisson. Il convient de placer les interrupteurs des appliques de l'évier et du fourneau-potager à proximité immédiate de ces endroits de travail, sans cela la cuisinière les laissera constamment brûler sans utilité, ou alors ne se dérangera pas jusqu'à la porte pour les allumer, ce dont son travail pâtira.

Dans les cuisines dont le plafond et les murs sont blancs, on peut faire usage de réflecteurs *semi-indirects*, qui ne portent que des ombres très douces. Il est possible de supprimer ainsi les appliques locales. La puissance de l'ampoule devra alors être, au minimum, de 100 watts.

Lingerie. S'il existe une lingerie dans le bâtiment, on a tout avantage à l'équiper d'une ampoule dite «à lumière du jour». Les lampes ordinaires changent en effet la couleur des objets. Chacun sait qu'à la tombée du jour, les personnes qui achètent des étoffes dans un magasin où la lumière est allumée viennent sur le pas de la porte pour s'assurer «au jour» si la teinte de l'étoffe correspond bien à leur désir. Les ampoules citées plus haut n'offrent pas cet inconvénient. Elles permettent, en outre, de déceler facilement les taches de rouille ou de brûlure sur le linge blanc. Enfin, elles atténuent le faux-jour qui se produit lors de l'éclairage simultané naturel et artificiel.

Buanderie. On peut très souvent se contenter d'éclairer la buanderie par deux appliques, une en dessus des bassins et l'autre sur la machine à laver et l'essoreuse. On pourra choisir des globes étanches, en verre opale, analogues à ceux de la cuisine.

Hall. Le hall est une pièce dont les dimensions et l'importance peuvent varier d'une telle façon qu'il est

nécessaire d'étudier l'éclairage dans chaque cas particulier. L'éclairage des tableaux est assez difficile à réaliser pour éviter des réflexions désagréables sur les huiles ou les verres. Un éclairage *indirect* suffisamment puissant est souvent la solution la plus simple et la plus efficace, mais l'absence d'ombres portées enlève tout relief aux statues, que l'éclairage *direct* accentue au contraire. Des petits projecteurs à faisceau très concentré, dits « projecteurs de vitrine », peuvent alors rendre de grands services. Des vitrines de bibelots peuvent être efficacement éclairées par des lampes tubulaires dissimulées dans des gouttières cachées par les rayons.

APPLICATIONS MÉNAGÈRES DE L'ÉLECTRICITÉ

Il nous semble utile de dire quelques mots des applications ménagères de l'électricité, bien que celles-ci soient déjà très connues. Souvent, en effet, on rencontre dans les ménages des appareils qui, *mal placés ou mal montés, ne rendent pas les services que la ménagère est en droit de leur demander.*

La production d'eau chaude par l'électricité.

Le chauffe-eau électrique, appelé aussi *Boiler*, est extrêmement répandu actuellement. Ce fait n'est pas surprenant si l'on considère sa simplicité de fonctionnement, absolument automatique, sa propreté, et l'économie de son exploitation due aux tarifs extrêmement bas qui lui sont appliqués.

Construction et dimensions. — Les boilers peuvent être divisés en deux catégories quant à leur fonctionnement : ils peuvent être «sous pression» ou au contraire «à écoulement libre», c'est-à-dire sans pression. D'autre part, ils se construisent soit pour être fixés contre une paroi, et s'appellent alors type «mural», soit pour être posés sur le sol, c'est alors le type «colonne».

Quels que soient leur type et leur fonctionnement, ces appareils sont essentiellement composés d'un réservoir en tôle zinguée ou en cuivre, dans lequel débouchent l'arrivée d'eau froide en bas et le départ d'eau chaude en haut. A l'intérieur de ce réservoir se trouvent encore le corps de chauffe et le thermostat. (Fig. 9).

Ce premier réservoir est soigneusement calorifugé, au moyen de liège granulé en général; il est entouré d'une enveloppe extérieure en tôle de fer, recevant, à l'intérieur, une couche de vernis anti-rouille et à l'extérieur de vernis blanc ou gris. Cependant, sur demande, les fabricants livrent les appareils en toute teinte désirée, dans le cas où on désire les assortir à la peinture du local où ils doivent être placés.

Les types muraux s'exécutent normalement de 20 à 150 l; en dessus de cette contenance, le poids devient trop lourd pour qu'on puisse l'accrocher aux galanages et le type colonne doit être utilisé.

Les dimensions des boilers varient fortement suivant leur forme. On peut en effet les avoir longs et minces, ou courts et trapus pour la même contenance. Le type le plus normal est celui dont la hauteur égale deux à trois

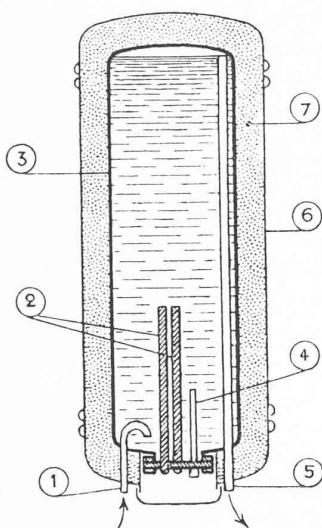


Fig. 9. — Coupe d'un chauffe-eau type mural.

Légende : 1 = arrivée de l'eau froide ; 2 = éléments chauffants ; 3 = corps du chauffe-eau ; 4 = régulateur de température ; 5 = sortie de l'eau chaude ; 6 = enveloppe extérieure ; 7 = calorifuge.

fois le diamètre. D'autre part, les dimensions varient légèrement suivant les fabricants.

Nous donnons ci-dessous un tableau indiquant en colonne 1 la contenance,

- » 2 le type,
- » 3 les dimensions approximatives pour types normaux et leur poids, eau non comprise,
- » 4 les dimensions approximatives pour types trapus et leur poids, eau non comprise,
- » 5 la puissance du corps de chauffe nécessaire pour porter toute l'eau du boiler de 10 à 90° environ, en huit heures de chauffage.

Tableau 9.

Contenance	Type	Dimensions «normal»			» Dimensions » «trapu»			Puissance, Watts
		diamètre	longueur	poids	diamètre	longueur	poids	
20	mural	340	700	22	400	600	22	250
30	»	400	750	33	440	665	33	400
30	»	440	915	44	520	750	44	600
75	»	440	1250	60	580	1020	52	900
100	»	520	1325	78	580	1165	83	1300
125	»	520	1540	95	640	1250	89	1500
150	»	570	1482	103	640	1340	99	1800
150	colonne	600	1700	185	—	—	—	1800
200	»	660	1750	225	—	—	—	2300
300	»	760	1860	285	—	—	—	3300
400	»	800	2060	400	—	—	—	4400
600	»	900	2160	460	—	—	—	6500
800	»	1000	2250	540	—	—	—	8600
1000	»	1000	2650	700	—	—	—	10500

Fonctionnement au point de vue électrique. — Le chauffe-eau possède un corps de chauffe qui est relié au réseau

électrique par l'intermédiaire d'un interrupteur automatique. Ce dernier est commandé par un thermostat qui baigne dans l'eau contenue dans le boiler. Ce thermostat est réglable, et peut être placé sur une température quelconque, entre 70° et 95° par exemple.

Dès que la température de l'eau aura atteint le degré choisi, le thermostat occasionnera le déclenchement de l'interrupteur. Lorsque l'eau se sera refroidie de quelques degrés, ce même thermostat fera réenclencher l'interrupteur.

Dans les appareils dépassant une certaine capacité (à partir de 50 l, environ), l'énergie électrique n'est livrée que pendant certaines heures de nuit et parfois aussi entre 12 et 14 h. c'est-à-dire au moment où elle est particulièrement bon marché. L'interrupteur automatique est de plus commandé par une horloge qui ne permet l'enclenchement par le thermostat que pendant les heures de livraison. Bien entendu, si la température de l'eau atteint le degré choisi, le thermostat fera déclencher l'interrupteur même si l'horloge permet encore de marcher plus longtemps.

En plus de l'interrupteur automatique, on munit encore les boilers d'un interrupteur ordinaire permettant de les déclencher complètement lorsqu'on désire s'absenter pour plusieurs jours.

Les chauffe-eau sont, en général, munis de corps de chauffe calculés pour que toute l'eau contenue puisse être portée à 90° pendant 8 heures, de sorte que le matin le boiler soit plein d'eau chaude. Les petits appareils de 20 à 50 l qui jouissent du courant pendant 24 heures sans restrictions peuvent donc, si nécessaire, produire trois fois leur pleine capacité d'eau chaude pendant 24 heures. On les munit souvent de corps de chauffe plus petits, surtout lorsqu'ils sont à forfait, pour des raisons d'économie. On peut compter que 1 kWh permet de faire monter de 80° la température de 10 l d'eau. Ainsi un boiler de 100 l, alimenté avec de l'eau à 12° utilisera 10 kWh pour porter toute son eau à 92°. S'il est muni d'un corps de chauffe normal de 1,3 kW, l'opération demandera 7 1/2 heures. Si le courant est livré à 4 cent. le kWh, la dépense sera de 40 cent. pour 100 l d'eau chaude, soit 0,4 ct par litre.

Montage hydraulique. — Les boilers peuvent être montés, au point de vue hydraulique, suivant deux schémas : le boiler *sans pression*, dit à écoulement libre, et le boiler *avec pression*. Dans ce dernier cas, il convient d'examiner avec grande attention l'emplacement des différents organes, car une *souape de sûreté mal placée*, ce qui arrive malheureusement trop fréquemment, peut amener des accidents comportant des frais de remise en état considérables.

A. Boiler à écoulement libre. Ce type est le plus utilisé lorsqu'il n'y a qu'un seul poste d'eau chaude à desservir, à cause de la simplicité et de la sécurité du montage hydraulique. Il comporte simplement un robinet placé sur l'arrivée d'eau froide. Lorsqu'on veut de l'eau chaude; on ouvre le robinet d'eau froide, qui arrive dans le bas

du boîtier ; l'eau chaude sort alors par un tuyau placé à la manière d'un trop plein. Ce système ne nécessite aucune soupape, clapet de retenue, etc. Si le thermostat venait à ne pas fonctionner, il sortirait simplement un peu de vapeur par le tuyau d'eau chaude, c'est tout.

Boiler sous pression. Si le boîtier est raccordé à une conduite d'eau sous pression excédant 5 atmosphères, il est nécessaire d'intercaler un réducteur de pression entre le robinet d'arrêt d'eau froide et le clapet de retenue.

Nous donnons ci-contre deux schémas (fig. 10) indiquant la manière dont les appareils de sécurité doivent être disposés. Le schéma I se rapporte à un boîtier alimenté par le réseau de la ville, et le schéma II à un boîtier raccordé à un réservoir.

Si nous suivons le sens de l'eau, nous trouvons d'abord le robinet d'arrêt (B) permettant de couper l'arrivée de l'eau en cas de démontage ou de réparation du boîtier. Si la pression du réseau de la ville excède 5 kg, il faut mettre après ce robinet un réducteur de pression. Nous rencontrons ensuite le clapet de retenue (C) qui empêche l'eau chaude contenue dans le boîtier de retourner dans les conduites d'eau froide, en cas de rupture de tuyau ou de manque de pression. La soupape de sûreté (D) vient ensuite. Cette soupape est destinée à empêcher une surpression dans le corps du boîtier, si le thermostat ne fonc-

tionnait pas, et que la température de l'eau monte sans arrêt. Cette soupape doit être munie d'un entonnoir (E) avec tuyau de vidange (H). La section de ce tuyau, ainsi que celle de l'entonnoir, doivent être suffisantes pour que l'eau chaude éliminée par la soupape ne déborde pas dans le local.

La soupape peut aussi être logée sur le départ d'eau chaude ; quoique cette disposition soit moins recommandable que la précédente. Elle devra alors être placée dans une conduite en dérivation ayant une longueur d'eau moins 2 m. Le volume d'eau contenu dans cette conduite doit atteindre, au minimum, les 4 % de la contenance du boîtier.

Si le boîtier est alimenté par un réservoir, la soupape de sûreté est remplacée par un tuyau d'expansion (L) placé sur le départ d'eau chaude et aboutissant au réservoir.

Emplacement et choix des boilers. Il existe un certain nombre de prescriptions sur l'emplacement des boîters. En particulier, ils doivent être montés à une distance d'eau moins 8 cm des parties du bâtiment ou des objets inflammables. Cette distance est réduite à 4 cm pour les appareils de moins de 100 l. Si le boîtier est placé dans une armoire, la circulation de l'air autour de l'appareil sera assurée par des ouvertures appropriées.

Dans les appartements locatifs de petite dimension, il

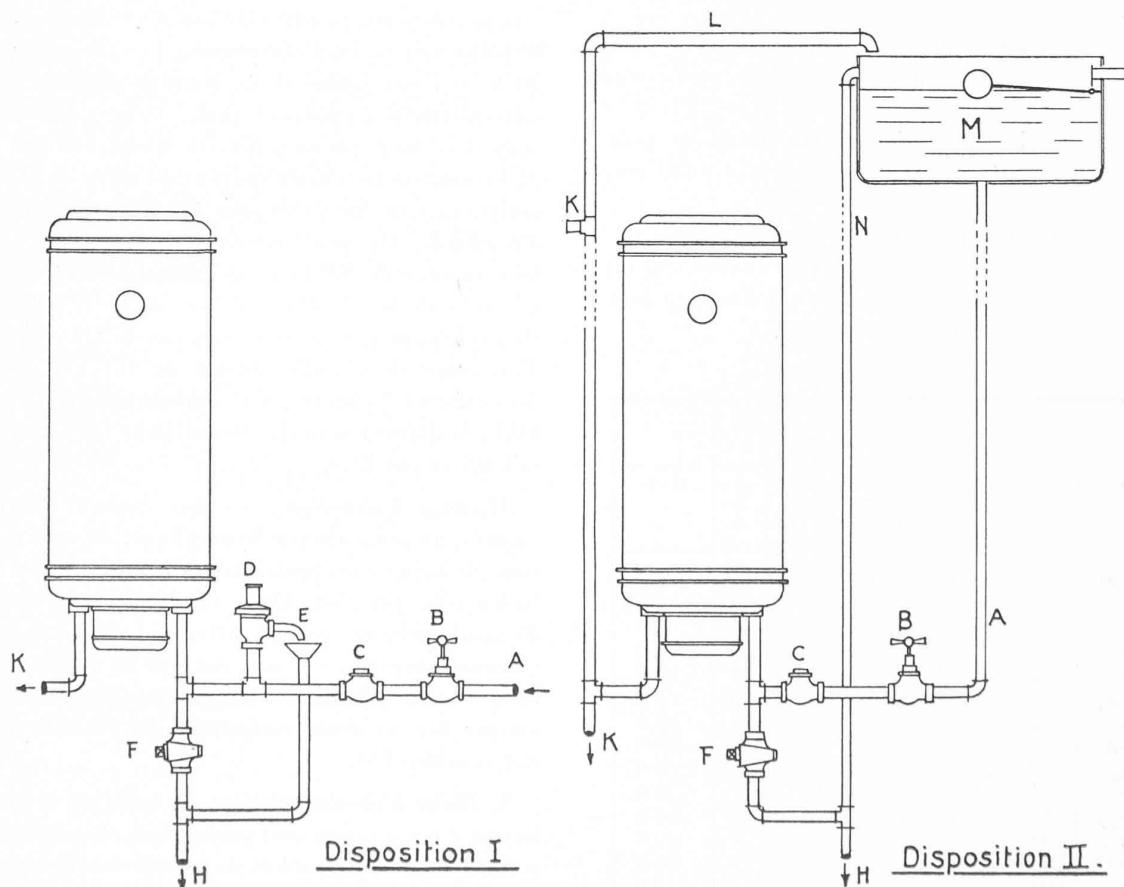


Fig. 10. — Agencement hydraulique des chauffe-eau.

Légende : A = conduite d'eau froide ; B = robinet d'arrêt ; C = clapet de retenue ; D = soupape de sûreté ; F = robinet de vidange ; H = tuyau de vidange ; K = conduite d'eau chaude ; L = tuyau d'expansion ; M = réservoir à flotteur ; N = trop plein.

est souvent possible de disposer la cuisine et la salle de bains de telle façon que les trois postes d'eau chaude, c'est-à-dire l'évier, la baignoire et le lavabo soient près les uns des autres. Nous donnons ci-après un croquis de cette disposition (Fig. 11). Si la tuyauterie est constituée de tubes en cuivre de faible section, il n'y a alors pour ainsi dire pas de pertes d'eau chaude dans les tuyaux¹. C'est un des nombreux avantages du boîtier électrique, que sa faculté d'alimenter ainsi trois postes d'eau rapprochés, au moyen d'un seul appareil et sans pertes dans la tuyauterie.

Lorsque l'appartement est plus grand, et en particulier lorsqu'il y a une domestique, on a souvent avantage à placer deux boîlers, un destiné à la salle de bains et aux lavabos, l'autre à la cuisine, ceci pour éviter le gaspillage d'eau chaude qui se produit très souvent. Lorsque la cuisinière sait qu'elle a une centaine de litres d'eau bouillante à sa disposition, elle en use sans aucun ménagement, tandis qu'on peut la limiter par un boîler de 20 ou 30 l placé sur l'évier, qui est bien suffisant pour les besoins de la cuisine.

Il est difficile de donner des conseils précis pour le choix d'un boîtier, ceci dépendant énormément du train de maison considéré. On peut cependant admettre, pour une famille bourgeoise moyenne, les chiffres journaliers suivants d'utilisation d'eau bouillante (85 à 95°) :

Pour la toilette, par personne	10 l
Par bain de 200 l.	80 l
Pour une douche	30 l
Pour la cuisine, jusqu'à 3 personnes	20 l
jusqu'à 6 personnes	30 l
au-dessus	50-75 l.

Une famille de 5 personnes, prenant un bain par jour, pourrait ainsi utiliser un boîtier de 150 l. Cependant, il est souvent bien préférable d'avoir un boîtier de plus grande contenance, avec un corps de chauffe réduit. Le prix d'achat est légèrement supérieur, mais la consommation reste identique. La totalité de l'eau ne se chauffe plus en 8 heures, mais en 10 ou 12 heures, suivant la puissance choisie. Cet artifice permet de pouvoir utiliser plus d'eau que la normale, de temps en temps. Il ne faut pas craindre

¹ Voici, dans le même ordre d'idées, quelques judicieuses considérations extraites d'une publication dont nous avons malheureusement égaré la référence :

« De nombreux chauffe-eau installés dans les salles de bain ont des prises supplémentaires dans les cuisines, ou ailleurs, afin de fournir l'eau nécessaire aux besoins domestiques. Or, il est facile de comprendre que chaque appel d'eau nécessite une vidange préalable de la conduite, du bouilleur à la prise, conduite qui contient de l'eau déjà refroidie. On a ainsi constaté des cas où la quantité d'énergie thermique perdue était jusqu'à dix fois supérieure à celle utilisée. Cet effet se fait sentir d'autant plus que les soutirages sont plus fréquents, les quantités d'eau soutirées plus faibles et les conduites de plus grande longueur et de plus grande section.

» Il va de soi que le rendement du chauffe-eau diminue dans les mêmes proportions.

» Pour obvier à ces inconvénients, il est indispensable d'agir, d'une part, sur les appareillages appelés à exécuter l'installation et, d'autre part, sur les architectes pour que, dès la construction d'un immeuble, les dispositions nécessaires soient prises.

» Pour diminuer la part du prix des appareils, dans le prix de revient général, les distributeurs d'énergie électrique devraient agir sur les architectes et les propriétaires d'immeubles afin de les amener à installer des chauffe-eau dès la construction des nouveaux immeubles, de manière à englober le prix des appareils dans le loyer. De plus, à ce moment-là, on pourrait réaliser un meilleur isolement des canalisations d'eau chaude. »

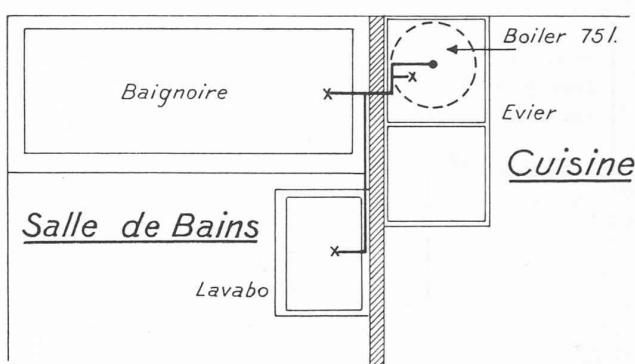


Fig. 11. — Trois postes d'eau chaude alimentés par un seul boîtier.

les pertes par défaut d'isolation, celles-ci étant inférieures à 3 % par 24 heures, pour un boiler de 100 l. Il existe également des horloges portant un « disque hebdomadaire », c'est-à-dire permettant l'enclenchement ininterrompu des corps de chauffe du samedi à midi au lundi matin, ceci pour tenir compte de l'augmentation de consommation d'eau chaude le samedi soir et le dimanche matin qui se produit assez souvent.

Réchauffeurs. Lorsque les boilers ont été choisis en tenant compte de la consommation en eau chaude l'été, ils se révèlent souvent insuffisants en hiver, où l'on consomme notablement plus d'eau chaude. D'autre part, les tarifs d'hiver pour boiler, bien que très modiques, sont souvent cependant plus élevés que ceux d'été. Il serait donc souhaitable de pouvoir, d'une part augmenter la production d'eau chaude des boilers en hiver, et d'autre part diminuer le nombre des kWh utilisés. Ces deux conditions, en apparence inconciliables, peuvent se résoudre simplement dans toutes les maisons disposant du chauffage central (général ou par appartement). Il suffit de faire passer l'eau d'alimentation du boiler dans un appareil nommé « réchauffeur ». Ce réchauffeur se place sur le réseau du chauffage comme un radiateur ordinaire. L'eau froide venant du réservoir ou de la conduite de distribution d'eau froide entre dans le réchauffeur, où elle se tempère, et de là passe dans le boiler. Celui-ci, au lieu d'être alimenté par de l'eau à 10 ou 12°, le sera par de l'eau portée à la température du radiateur, soit 40-60°. Une augmentation pouvant aller jusqu'à 40 % de la production d'eau chaude peut être réalisée de cette façon (voir fig. 12).

En résumé, le réchauffeur permet d'augmenter la production d'eau chaude l'hiver tout en réduisant le nombre des kWh utilisés, moyennant une augmentation insignifiante des frais d'exploitation du chauffage central.

La cuisine.

La cuisine à l'électricité est maintenant entrée dans nos mœurs, et, de toute évidence, a pour elle l'avenir. L'électricité est, en effet, le seul moyen de chauffage qui n'occasionne aucune fumée, qui ne vicié pas l'air de gaz brûlés, qui n'occasionne aucun danger d'explosion, d'incendie ou d'asphyxie, qui supprime tout transport de

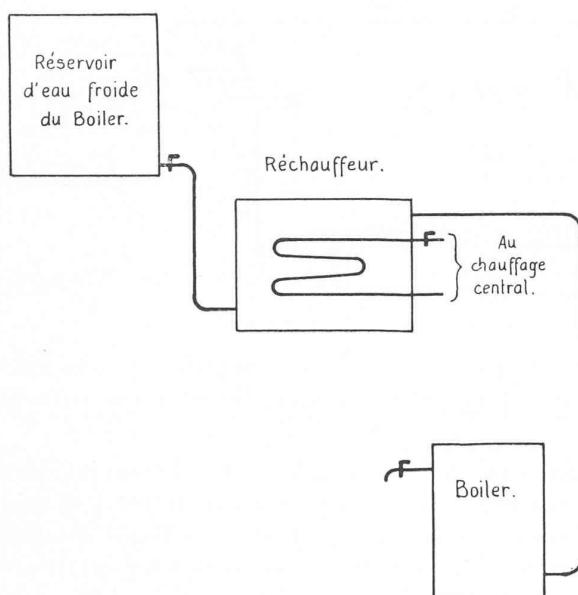


Fig. 12. — Schéma d'installation d'un réchauffeur.

combustibles. Elle permet une répartition égale de la chaleur sur tout le fond des casseroles, une propreté exemplaire, tant du fourneau que des ustensiles, dont le fond reste toujours parfaitement net et un réglage parfait de la température des plaques. Le four est peut-être sa partie la plus admirable, puisqu'il constitue un espace clos où les viandes et les fruits gardent tout leur jus et toute leur saveur.

Le fait que les fourneaux-potagers électriques sont munis de plaques dites « extra puissantes » a résolu toutes les objections concernant la prétendue lenteur de la cuisson. En effet, ces plaques cuisent avec la même rapidité que n'importe quel autre moyen de chauffage. Par exemple, 3 l d'eau froide, placés dans une marmite froide, non couverte sur une plaque froide, de 1800 watts, mettent 12 minutes pour arriver à l'ébullition.

D'autre part, on peut maintenant prétendre que les frais d'exploitation à l'électricité sont comparables, et souvent inférieurs à ceux des autres moyens de chauffage, ce que nous allons voir au chapitre ci-dessous.

Chiffres d'équivalence. Des essais innombrables ont été faits dans tous les pays pour déterminer les chiffres d'équivalence, c'est-à-dire le nombre de kWh nécessaires pour remplacer l'unité de poids ou de volume des combustibles.

On est obligé pour déterminer ces chiffres de recourir à la méthode expérimentale, car le rendement des combustibles est toujours bien au-dessous de leur pouvoir calorifique théorique. En effet, 1 m³ de gaz, par exemple, produit, en brûlant une certaine quantité de vapeur d'eau. Or, on ne pourrait utiliser la quantité totale de chaleur contenue dans le gaz qu'en condensant cette vapeur, comme c'est le cas dans un calorimètre. En pratique, cette opération est malheureusement impossible et la vapeur d'eau produite par la combustion sort par la cheminée ou se condense sur les parois de la cuisine.

On a remarqué, d'autre part, que les chiffres d'équivalence décroissent avec le nombre de personnes en ménage, comme l'indique la courbe ci-dessous (Fig. 13). Ce phénomène s'explique assez facilement à cause de la faculté qu'ont les plaques et les casseroles d'accumuler de la chaleur, qui est rendue plus complètement sur une grande que sur une petite quantité de combustibles. Quoi qu'il en soit, les chiffres équivalents peuvent s'établir comme suit :

1 m³ de gaz équivaut à 2,4 à 3,4 kWh
1 stère de bois dur équivaut à 400-450 kWh
1 l de pétrole équivaut à 7-8 kWh.

Nous pensons utile de donner, ci-dessous, un graphique (fig. 14) indiquant, pour des prix du gaz allant de 18 à 30 ct, combien devrait coûter 1 kWh pour que les frais de cuisson à l'électricité soient identiques à ceux de la cuisson au gaz. Les trois courbes se rapportent, respectivement, à des ménages de 2, 4 et 6 personnes.

Exemple. Un ménage de 4 personnes (courbe du milieu) cuisinant au gaz et le payant 23 ct le m³ aura les mêmes dépenses en cuisant à l'électricité, si le prix du kWh est de 8 ct.

Si le prix du gaz est supérieur à 23 ct le m³ ce ménage dépensera moins en cuisant à l'électricité et il dépensera plus si le prix du gaz est inférieur à 23 ct.

Un ménage de 2 personnes cuisant à l'électricité et payant le kWh 8 ct aurait les mêmes dépenses qu'avec la cuisine au gaz, si le prix du m³ était de 27 ct.

Coût d'exploitation. Il est assez difficile de donner autre chose que des moyennes concernant le fourneau électrique, car il est bien évident qu'un ménage à goûts simples utilisera moins d'énergie pour sa préparation des mets qu'une famille de gastronomes. Comme toujours dans cet article, nos chiffres sont basés sur une famille bourgeoise moyenne, aimant la bonne chère, mais sans exagération.

Tous les renseignements désirables sur le coût et la consommation d'énergie électrique sont rassemblés sur

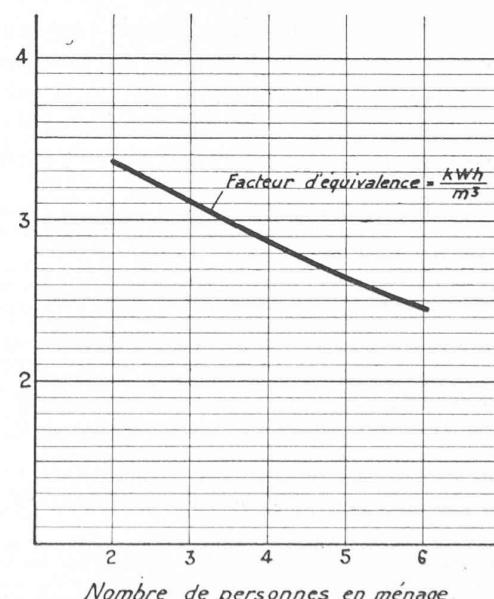


Fig. 13. — Facteur d'équivalence électrique : gaz, en fonction de l'effectif des ménages.

les deux graphiques en figure 15. Celui de gauche indique, par la courbe pleine, la consommation moyenne en kWh par jour et par personne, en fonction du nombre de convives. La courbe en pointillé donne le coût de la cuisson par personne et par jour en admettant le tarif de 8 ct le kWh. D'après ces deux courbes, un ménage de 3 personnes consomme 1,1 kWh, soit 9 ct par jour et par personne, un ménage de 4 personnes consommera 0,95 kWh, soit 7,6 ct par jour et par personne, etc.

Le graphique de droite indique la consommation par mois et par ménage, en fonction du nombre de personnes, la courbe pleine représentant les kWh et la courbe pointillée la dépense en francs, toujours basée sur un prix de 8 ct le kWh.

D'après ces courbes, on voit qu'un ménage de 3 personnes consomme par mois une centaine de kWh pour le coût de 8 fr. 20, un ménage de 6 personnes 140 kWh, pour 11 fr., etc.

Le fonctionnement du fourneau électrique. — Nous avons vu, dans le chapitre précédent, le coût d'exploitation d'une cuisinière électrique ; nous voulons donner ici quelques indications sur ses caractéristiques et son fonctionnement.

Exécution. Actuellement, les cuisinières électriques sont normalisées et peuvent être obtenues dans les exécutions suivantes :

Réchaud à 1 ou 2 plaques,

Cuisinière avec 3 ou 4 plaques et four dans le socle,

Cuisinière avec 3 ou 4 plaques et four latéral au niveau des plaques,

Cuisinière à 3 ou 4 plaques et four latéral surélevé.

Ces deux derniers types peuvent être complétés par un chauffe-plats placé sous les plaques.

Les fourneaux se livrent entièrement émaillés, en gris, blanc, crème, bleu, ou n'importe quelle teinte nécessaire pour s'assortir au revêtement en faïence de la cuisine. L'exécution en gris est la moins chère, c'est aussi dans cette teinte que l'émaillage est le plus solide, parce que la couche d'émail est plus mince, et par conséquent moins cassante.

Interrupteurs. Les interrupteurs commandant le chauffage des plaques et du four ont une position « zéro », où le corps de chauffe est complètement séparé du circuit, et 4 positions donnant chacune un réglage différent de la chaleur.

Plaques et four. La grandeur et la puissance des plaques et du four sont normalisées de la manière suivante :

Diamètre des plaques en cm.	Puissance en watts				
	Pos. 4	3	2	1	0
22	1800	1400	400	3.0	décl.
22	1500	1150	350	270	"
22	1200	900	300	225	"
18	1200	900	300	225	"
14 {	1000	500	500	250	"
14 {	800	550	250	175	"

Le four est équipé de deux corps de chauffe, un en haut et l'autre en bas. Le corps de chauffe supérieur peut être établi de façon à pouvoir aussi fonctionner comme gril.

Les dimensions normales intérieures des fours sont :

Prix du gaz par m³ en ct. 18 20 22 24 26 28 30 32

Prix équivalent du kWh de l'énergie.

<i>P^r 2 personnes (Rappt 3,36:1)</i>	5,36	5,95	6,55	7,14	7,74	8,33	8,93	9,52.
" 4 " (" 2,88:1)	6,25	6,94	7,64	8,33	9,03	9,72	10,42	11,11.
" 6 " (" 2,45:1)	7,35	8,16	8,98	9,80	10,61	11,43	12,24	13,06.

Prix du courant en ct. par kWh.

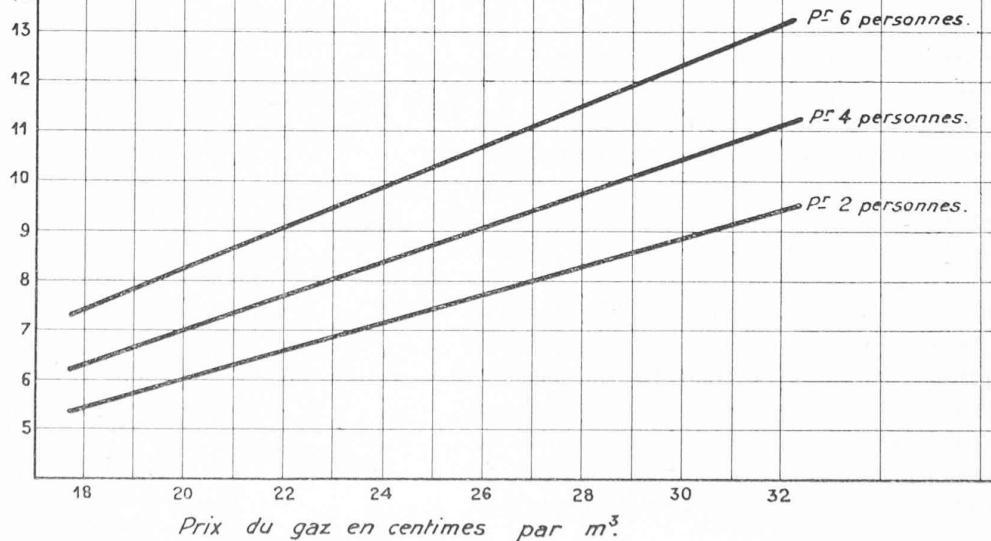


Fig. 14. — Comparaison entre le prix du gaz et celui de l'énergie électrique, en fonction de l'effectif des ménages.

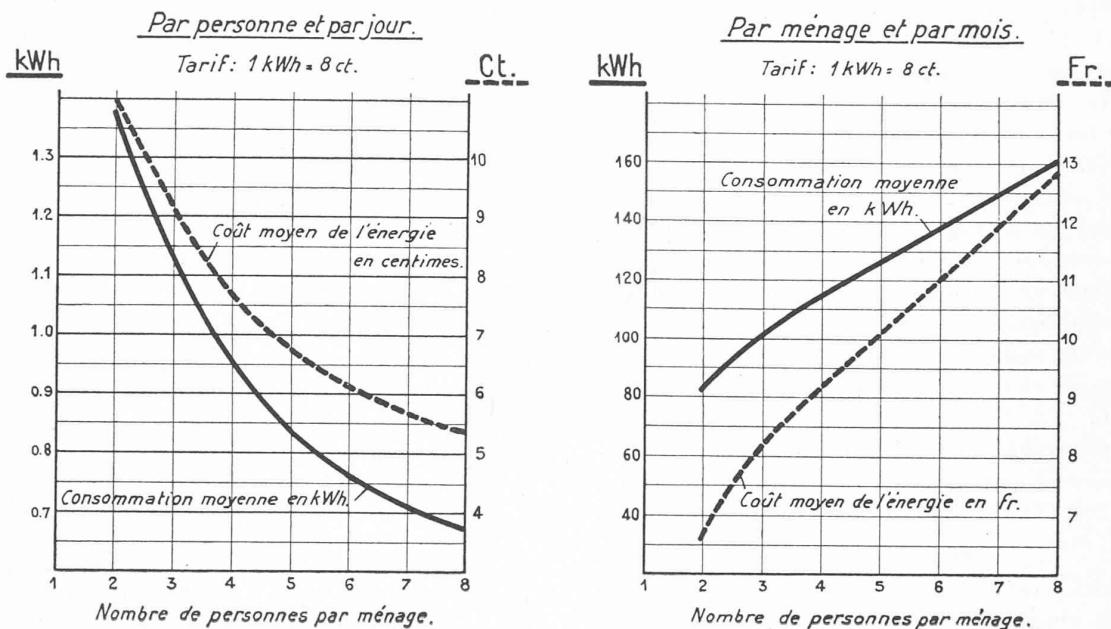


Fig. 15. — Coût et consommation d'énergie pour la cuisine électrique, en fonction de l'effectif des ménages.

hauteur 24 cm, largeur 32 cm, profondeur 45 cm.

La puissance totale du four est de 1800 watts répartis en deux corps de chauffe de 900 watts chacun ; ils peuvent se régler de la manière suivante :

Pos. 4 = 900 W, Pos. 3 = 600 W, Pos. 2 = 300 W,
Pos. 1 = 200 W, Pos. 0 = déclenché.

Ustensiles. Il est *absolument nécessaire* de n'utiliser que de la batterie de cuisine spéciale à *fond absolument plat*.

Si le fond est creux ou bombé, la transmission de chaleur se fait difficilement, et la cuisson devient à la fois lente et chère. On peut remarquer, à ce sujet, les chiffres suivants, basés sur le prix du kWh à 8 ct : chauffage de 2 l d'eau à l'ébullition sur plaque de 1800 W :

avec marmite appropriée : temps, $8\frac{1}{3}$ minutes, coût, 2 ct,
avec marmite à fond convexe : temps, $19\frac{1}{2}$, coût, 4,7 ct,
avec marmite à fond concave : temps, $20\frac{3}{4}$, coût, 4,95 ct.

Il existe actuellement sur le marché des ustensiles de cuisine spéciaux à fonds épais et rigoureusement plats, qui donnent entière satisfaction et sont pratiquement inusables, compensant ainsi leur prix d'achat plus élevé. Tout essai de faire de la cuisine à l'électricité avec une batterie ordinaire est d'avance voué à l'insuccès.

En résumé, nous pouvons donc dire que les frais d'exploitation d'une cuisinière électrique sont avantageusement comparables à ceux occasionnés par des combustibles. Le prix plus élevé de la cuisinière et de la batterie, occasionné par du matériel de toute première qualité, est bien compensé par les multiples avantages d'hygiène, de commodité et de sécurité qui sont l'apanage exclusif de la cuisine à l'électricité.

Quelques suggestions techniques du domaine de l'éclairage,

par E. HUMBEL, ingénieur-éclairagiste.

L'article de M. P. Payot traite en principe des différents systèmes de l'éclairage. Quelques idées pratiques sont données et illustrées ci-après en complément, idées toujours actuelles pour l'architecte.

L'architecture moderne utilise très souvent des systèmes d'éclairage du genre des croquis schématiques ci-dessous (Fig. 1).

Le principe de ces systèmes est d'éclairer des surfaces en verre opale par des lampes à incandescence placées derrière. La première exigence pour un parfait effet

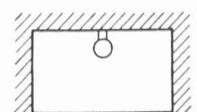
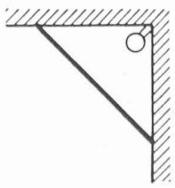
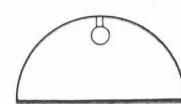


Fig. 1.

esthétique est un éclairage régulier du verre, sans que l'on puisse reconnaître l'emplacement des ampoules par des «taches». On trouve encore trop d'installations désastreuses de ce genre qui gâtent parfois l'effet général d'un local. La faute provient toujours du fait qu'il n'a pas été tenu compte de la distance nécessaire entre le point lumineux (ampoule) et le verre. Comme exemple, voici (Fig. 2) le schéma d'une installation prévue par un architecte.

Il s'agissait donc d'une bande lumineuse composée d'un fer en \square avec lampes montées à l'intérieur, le tout fermé par du verre opale (A). Ce profil \square a ainsi été