

L'Électricité à la maison

Par H. de GRAFFIGNY

Ingénieur civil



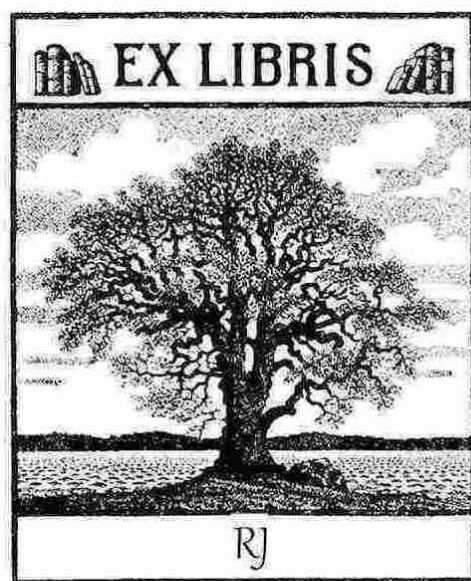
100 GRAVURES



Bibliothèque Larousse

Paris. - 13-17, rue Montparnasse

1920

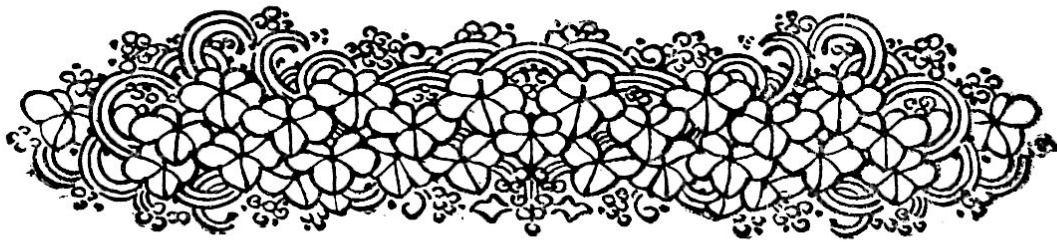


1.Électricité ❧❧❧❧
❧❧❧❧ à la maison

TROISIÈME MILLE

PRINCIPAUX OUVRAGES DU MÊME AUTEUR
SUR L'ÉLECTRICITÉ

- PETITE BIBLIOTHÈQUE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ. 12 vol. de 192 pages
(1910). Chaque volume, broché. 2 fr. »
- L'INGÉNIEUR-ÉLECTRICIEN (13^e édit.), avec 109 figures. Br. . 4 fr. »
- L'ÉLECTRICITÉ POUR TOUS. 1 vol. gr. in-8° (1904). Cartonné. 4 fr. »
- ALBUMS DE PLANS DE POSE. 1, *Téléphones*; 2, *Éclairage électrique*;
3, *Sonneries, paratonnerres*, etc. Chaque album, cart. . 3 fr. »
- TOUT LE MONDE ÉLECTRICIEN. 1 vol. avec 95 fig. (1911). Br. 3 fr. »
- MANUEL PRATIQUE DE L'OUVRIER ÉLECTRICIEN (3^e édit.), avec 395 fig.
Cartonné. 6 fr. 50
- CONSTRUCTION PRATIQUE DES BOBINES DITES DE RUHMKORF. Bro-
ché. 1 fr. 50
- L'ÉLECTRICITÉ DE HAUTE TENSION ET DE HAUTE FRÉQUENCE. Bro-
ché. 1 fr. 50
- LE PETIT CONSTRUCTEUR-ÉLECTRICIEN (1911). 1 volume, cart. 3 fr. »
- PETITE ENCYCLOPÉDIE ÉLECTRO-MÉCANIQUE A L'USAGE DES PROFESSION-
NELS (nouvelle édition, 1911). 10 volumes de 180 pages chacun.
Chaque volume, cartonné. 1 fr. 50
-



L'Électricité à la maison

I. — MOYENS DE PRODUIRE L'ÉLECTRICITÉ CHEZ SOI

Applications domestiques de l'électricité. — Les usages de l'électricité dans un intérieur peuvent être assez nombreux.

En premier lieu, se présente l'*éclairage*, au moyen de lampes à *arc voltaïque* ou à *incandescence*.

En deuxième ligne, les *signaux d'appel*, à l'aide d'appareils avertisseurs sonores ou à indications visuelles, c'est-à-dire les sonneries et les tableaux, auxquels on peut joindre le *téléphone*.

Enfin le *chauffage* et la *force motrice*, qui sont obtenus aujourd'hui à bon compte et augmentent incontestablement le confort moderne, car il n'est pas de puissance dont le maniement soit aussi aisé, aussi simple que l'électricité.

Ces applications commencent d'ailleurs à se répandre et à se multiplier à mesure que l'électricité est mieux connue et qu'il devient plus facile de se la procurer. Elles se développeraient encore bien davantage si cette source d'énergie était mieux appréciée du grand public, qui ne possède géné-

ralement que des notions plutôt sommaires sur ce sujet, et ne discerne pas bien les avantages que peut fournir l'électricité. La plupart du temps, les intéressés s'en remettent à un professionnel pour exécuter une installation de sonnettes ou d'éclairage, alors qu'il serait beaucoup plus simple, — et surtout plus économique, — de mettre en place soi-même les appareils et les fils les desservant.

Nous espérons démontrer, dans les pages qui vont suivre, que l'utilisation pratique de l'énergie électrique ne présente aucun mystère ni de difficultés insurmontables pour les personnes n'ayant cependant pas fait d'étude technique spéciale. De même que dans la plupart des petits travaux d'amateurs, que nombre de gens exécutent avec succès dans leurs heures de loisir, une installation d'électricité quelconque demande du soin, de l'attention, mais nullement des connaissances scientifiques transcendantes. Il n'est pas besoin de connaître les mathématiques spéciales pour établir les quelques calculs très simples que nécessitent les applications usuelles du courant, et l'outillage est même moins compliqué que pour le découpage artistique du bois, la menuiserie ou les autres industries d'amateurs.

On verra, par la lecture de cet opuscule, que l'on peut parfaitement, sans étude préliminaire et simplement en procédant méthodiquement, réaliser les applications domestiques de l'électricité capables de procurer des agréments ou de rendre des services réellement avantageux.

Terminologie électrotechnique. — Ce qui rebute beaucoup de personnes, au moment de commencer à s'occuper d'électricité pratique, c'est le langage technique, absolument incompréhensible pour elles, et qui est parlé par les praticiens. En réalité, cette difficulté peut être aisément surmontée, et les données qu'il est nécessaire de posséder sont faciles à acquérir; il suffit, pour obtenir un bon résultat de l'installation que l'on projette, de se former une idée des modes d'action du courant électrique et de comprendre la signification d'une douzaine de mots particuliers désignant des unités et des grandeurs dont la connaissance est utile.

On peut s'imaginer que le courant électrique circule dans le métal des fils conducteurs à peu près comme le gaz d'éclairage dans les tuyaux. Pour alimenter un réchaud à gaz, ou d'ailleurs n'importe quel autre foyer, le gaz doit posséder une certaine *pression*, et le tuyau doit débiter un certain volume dans l'unité de temps, suivant son diamètre et sa longueur. Plus ce tuyau sera étroit et long, plus le gaz trouvera de *résistance* pour circuler à l'intérieur, et plus son *débit* s'en trouvera influencé.

Les choses se passent, — ou semblent se passer, toutes proportions gardées cependant, — exactement de la même façon avec le courant électrique, et l'on retrouve ces trois grandeurs fondamentales : la pression, la résistance et le débit de la conduite dans l'unité de temps. Ce *débit*, ou *intensité* de courant, qui s'exprime en *ampères*, dépend donc de la pression, ou *tension*, qui s'évalue en *volts*, et de la *résistance*, qui se chiffre en *ohms*.

Pour donner une idée de ce que représentent ces unités, nous dirons que le volt est la tension du courant développé par un élément de pile au sulfate de cuivre. Un élément de pile au sel ammoniac a une tension de 1 volt et demi, une pile au bichromate, au début de sa mise en action, un accumulateur ont 2 volts, et cette valeur, qui tient à l'action chimique donnant naissance au courant, à la *force électromotrice*, est toujours la même pour un appareil déterminé. La tension du courant engendré par les dynamos varie entre 50 et 400 volts, suivant les applications auxquelles elles sont destinées ; les alternateurs fournissent des tensions de plusieurs milliers de volts, et les appareils dits *transformateurs* permettent d'élever encore considérablement ce chiffre, qu'ils portent à 50 000 volts et plus, s'il est nécessaire.

La *résistance* opposée à la circulation du courant par tous les milieux qu'il doit traverser et qui diminue le débit est évaluée, ainsi que nous l'avons dit, en *ohms*. L'unité est représentée par la résistance offerte à la propagation du courant par 100 mètres de fil de fer télégraphique ou par 48 mètres de fil de cuivre de 1 millimètre de diamètre.

L'intensité d'un courant est directement proportionnelle

à la force électromotrice et inversement proportionnelle à la résistance du *circuit* ou ensemble des conducteurs et des appareils traversés. L'unité, l'*ampère*, s'entend *par seconde*, ce qui a conduit à créer l'*ampère-heure*, correspondant à un total de 3 600 ampères produits ou dépensés en une heure.

La *puissance* d'un courant est donc le produit de son intensité par sa force électromotrice ou tension. L'unité pratique se nomme *watt* ; c'est le résultat de la multiplication des ampères par les volts. Il a deux multiples : l'*hec-towatt*, qui vaut 100 watts, et le *kilowatt*, qui vaut 1 000 watts par seconde. Un total de 3 600 watts se nomme *watt-heure*. La quantité de travail que l'on appelle *cheval-vapeur* correspond à 736 watts ; un cheval-vapeur travaillant pendant une heure, ou un cheval-heure, correspond donc à 736 watts-heure.

Ces quelques unités sont d'un emploi constant en électrotechnique, et il est utile d'en comprendre la signification et la valeur lorsqu'on veut entreprendre une installation quelconque. Aussi est-ce pourquoi nous nous sommes efforcé, avant toute autre chose, de les expliquer, car nous serons obligé d'y recourir constamment au cours de ce petit volume.

Matériel à réunir pour une installation. — La première chose à se procurer, lorsqu'on se décide à vouloir profiter des avantages de l'électricité, c'est, cela va de soi, l'appareil capable de produire la quantité de courant dont on a besoin. Suivant que cette quantité sera plus ou moins importante, on aura le choix entre des sources d'électricité différentes.

S'il ne s'agit que d'applications de peu d'importance, n'exigeant qu'un courant peu intense, et ne travaillant que durant des périodes assez courtes chaque fois, comme les sonnettes, les téléphones, les allumeurs, etc., les piles à réactions chimiques sont suffisantes. Lorsque, au contraire, le courant nécessaire doit présenter une tension et une intensité plus considérables, comme c'est le cas pour l'éclai-

rage, le chauffage, la force motrice, les piles seraient notablement insuffisantes ou d'un entretien trop coûteux; il faut alors recourir aux générateurs mécaniques, autrement dit aux dynamos, que l'on actionne à l'aide d'un moteur.

D'une manière générale, une installation domestique d'électricité nécessite donc le matériel suivant :

1° Un générateur de courant, chimique ou mécanique, et dans ce dernier cas, complété par un moteur, et quelquefois par des accumulateurs ;

2° Des appareils d'utilisation : lampes, sonnettes, tableaux, allumeurs, téléphones, chauffoirs, etc. ;

3° Des appareils de manœuvre et de sécurité ; les premiers remplissant le même effet que les robinets pour la distribution du gaz ou de l'eau ; les autres mettant à l'abri de toute cause de détérioration ou de destruction les appareils d'utilisation ;

4° Des fils conducteurs, transportant le courant de la source aux appareils alimentés, et leurs supports de toute espèce.

Dans toutes les applications qui vont être passées en revue, on retrouve ces quatre catégories d'objets indispensables.

Piles électriques pour l'éclairage. — Lorsqu'on plonge dans un récipient contenant de l'eau additionnée d'un dixième d'acide sulfurique deux plaques, l'une en matière inattaquable par cet acide, en cuivre ou en charbon, par exemple, l'autre en métal attaquable, on remarque que, si l'on réunit ces deux plaques par un fil conducteur, ce fil est traversé par un courant électrique qui dure pendant tout le temps que l'acide attaque le métal. Tel est le phénomène sur lequel est basé le fonctionnement de ce que l'on appelle une pile électrique, quelles que soient les dispositions données aux pièces constituant l'élément.

La tension du courant dépend du genre de réaction utilisée pour donner naissance à la force électromotrice développée par cette réaction. Elle varie entre quelques dixièmes de volt et 2 volts au plus. En conséquence, lorsque les appareils à actionner exigent une tension supérieure à ce dernier

chiffre, on est obligé de réunir un nombre plus ou moins grand d'éléments dont on additionne la tension, de manière à arriver au chiffre voulu. S'il s'agit d'actionner des téléphones ou des sonnettes demandant un courant de 6 volts de tension et que les piles dont on dispose ne fournissent que 1^{volt}2, il faudra en accoupler trois *en tension*, c'est-à-dire par leurs pôles de noms contraires, le charbon d'un élément avec le zinc de l'élément suivant. On atteindra ainsi ce chiffre de 6 volts.

L'intensité du courant dépend de la résistance intérieure de la pile et de la nature de la réaction ; elle varie entre 1 et 100 ampères.

La puissance lumineuse correspondant à 1 bougie décimale, ou 1 dixième de carcel, nécessite, avec une lampe à incandescence à filament de carbone, une dépense de courant moyenne de 3 watts, c'est-à-dire qu'une lampe de 10 bougies consomme 30 watts. Si le courant a une tension de 15 volts, il devra en même temps présenter une intensité de 2 ampères ($15 \text{ volts} \times 2 \text{ amp.} = 30$) pour produire les 10 bougies. Si l'on veut alimenter simultanément dix lampes de ce genre, il faudra donc une batterie de piles débitant 20 ampères sous une tension de 15 volts.

Le grand défaut de toutes les piles chimiques réside dans leur *polarisation* rapide, résultant de l'affaiblissement graduel de la solution excitatrice et du dépôt d'hydrogène qui se forme sur la plaque de charbon ou *électrode positive*. Dans le but d'atténuer ce phénomène et de prolonger le fonctionnement, une multitude d'inventeurs se sont efforcés de modifier l'agencement des piles afin d'obtenir un courant plus constant, mais peu de systèmes ont réellement donné les résultats attendus ; si bien que lorsqu'on a besoin d'un courant d'une certaine intensité pendant plusieurs heures consécutives, comme c'est le cas pour l'éclairage, il n'existe guère que les combinaisons dues à Bunsen, à Poggendorf et à Daniell, qui puissent être utilisées.

La pile Bunsen (*fig. 1*) se compose d'un récipient en grès contenant un cylindre en zinc amalgamé et un vase poreux baignant dans de l'eau acidulée (1 dixième d'acide sulfu-

rique). Le vase poreux contient de l'acide nitrique concentré et un prisme de charbon servant d'électrode positive. Le débit de cet élément est assez élevé, mais le dégagement abondant de vapeurs hypoazotiques qui se produit pendant le fonctionnement en a restreint les applications.

La pile au sulfate de cuivre se présente sous différents aspects. Dans le modèle dit à *ballon* (fig. 2), le vase poreux contient une dissolution de sulfate de cuivre, et l'électrode est une lame de cuivre. Un ballon de verre B contenant une provision de cristaux de sulfate maintient la

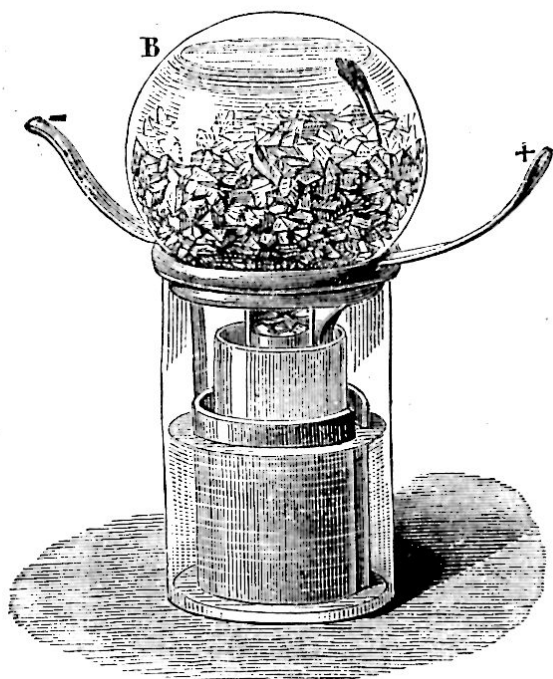


Fig. 2. — Pile Daniell (dite à ballon) au sulfate de cuivre.

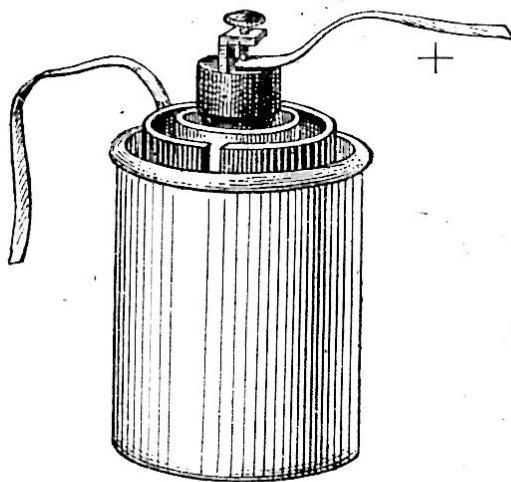


Fig. 1. — Pile Bunsen.

richesse de la solution. Ce ballon est supprimé, ainsi que le vase poreux, dans le modèle de Callaud, et les liquides se trouvent séparés simplement par l'effet de leur différence de densité. La pile au sulfate de cuivre a une résistance intérieure assez élevée, et fournit par suite un courant peu intense, mais d'une constance remarquable, la dépolarisation étant parfaitement assurée.

La pile au bichromate de potassium se présente également sous deux dispositions distinctes. Dans la première, la lame de

zinc amalgamé est montée entre deux plaques de charbon parallèles, et l'ensemble de ces trois plaques plonge dans une dissolution saturée de bichromate de potasse ou de soude, avec une forte proportion d'acide sulfurique, comme dans la batterie due à Trouvé. Dans l'autre, le zinc baigne

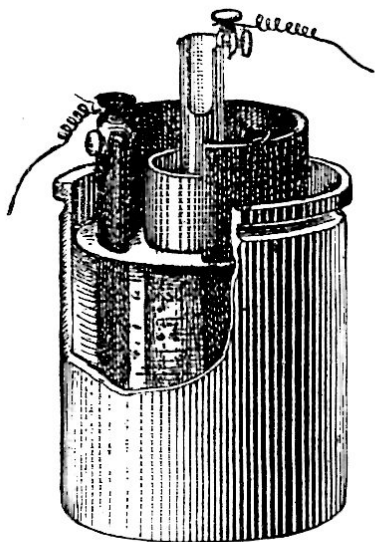


Fig. 3. — Élément de pile au bichromate à deux liquides.

dans l'eau acidulée contenue dans un vase poreux central, placé dans un récipient rempli de la dissolution de bichromate, où repose un cylindre ou une série de plaques de charbon aggloméré. Ce dernier dispositif possède l'avantage de fournir un courant plus constant, bien que la résistance intérieure soit un peu plus forte.

La figure 3 donne la vue d'un élément de pile au bichromate, modèle à deux liquides, très estimé et consommant les déchets de zinc.

Les piles à l'oxyde de cuivre, combinées par Lalande et Chaperon, peuvent également fournir de bons résultats. Elles se composent d'une électrode en zinc amalgamé, de forme cylindrique ou roulée en spirale, et qui constitue le pôle négatif; le positif étant formé d'une lame de fer ou de cuivre plongeant dans un liquide composé d'une solution de potasse caustique à 30 ou 40 pour 100 et d'oxyde de cuivre. Quand le circuit est fermé, l'eau de la solution se trouve décomposée; l'oxygène se porte sur le zinc et forme de l'oxyde de zinc qui donne, avec la solution alcaline, un zincate de potasse très soluble; l'hydrogène, de son côté, réduit l'oxyde de cuivre et reconstitue le cuivre à l'état métallique. L'élément de 22 centimètres de diamètre peut débiter jusqu'à 8 ampères, ce qui permet d'appliquer ce système aux mêmes usages que la pile Bunsen ou la pile au bichromate, et particulièrement à l'éclairage domestique, la capacité de ces éléments étant assez grande pour assurer un fonctionnement prolongé.

Piles pour usages intermittents. — Nous devons dire que les piles à dépolarisant liquide sont de moins en moins usitées maintenant pour l'éclairage électrique, en raison des ennuis que présente la manipulation des acides servant à les remplir. On préfère, avec raison, recourir aux piles à dépolarisant solide ou à oxydes, dont le type est celui de Leclanché, et qui fournit d'excellents résultats. Il existe plusieurs types de ces piles, qui diffèrent entre eux par la disposition donnée à l'électrode positive. Celle-ci est, ou bien un vase poreux hermétiquement bouché et rempli d'un mélange de graphite et de peroxyde de manganèse concassé, ou bien un assemblage de plaques en aggloméré de même composition, ou encore un sac de forme cylindrique en toile contenant ce même aggloméré. Ce positif est immergé dans une solution de chlorure d'ammonium (chlorhydrate d'ammoniaque, ou sel ammoniac, dissous dans l'eau), contenue dans un bocal de verre quadrangulaire.

L'électrode négative est un crayon ou une feuille de zinc non amalgamé, cette dernière entourant le vase poreux ou le sac d'aggloméré et baignant dans la dissolution de sel ammoniac.

La pile Leclanché ne contient aucune substance vénéneuse; elle ne répand point d'odeur et ne dégage pas de vapeurs nuisibles; elle résiste à des froids intenses : plus de 15° au-dessous de zéro, sans geler et sans cesser de produire du courant, alors qu'une température de -5° suffit à congeler une solution saturée de sulfate de cuivre et empêcher une pile genre Daniell de fonctionner.

La figure 4 représente le modèle de pile Leclanché le plus employé, et qui est désigné sous le nom d'*élément à sac*.

On peut considérer une pile, avec sa charge d'acide, de métal et de substance dépolarisante comme un réservoir

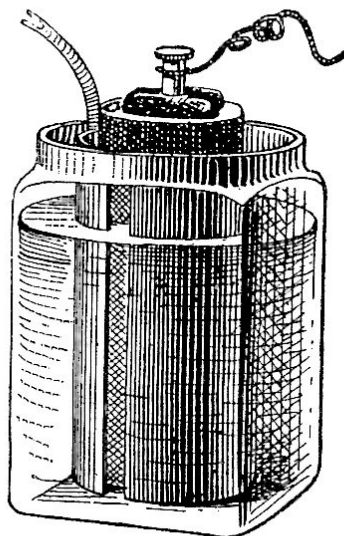


Fig. 4. — Élément Leclanché : modèle à sac :

contenant un volume déterminé d'eau. Quand ce volume d'eau s'est échappé par le robinet, le réservoir est vide ; de même, quand la quantité d'acide contenue dans la pile a dissous le poids correspondant de métal, qu'au volume d'hydrogène mis en liberté par le fonctionnement s'est combiné le volume correspondant d'oxygène, il s'est dégagé une quantité d'électricité rigoureusement proportionnelle aux quantités de principes actifs mis en présence. Il en résulte donc qu'une pile est une sorte de réservoir contenant, sous un volume et un poids donnés, une quantité d'énergie en rapport avec la nature et l'activité des produits chimiques devant, par leur réaction, donner naissance au courant.

Les efforts des constructeurs se sont donc portés, avec raison, sur les moyens propres à augmenter la capacité, la charge contenue dans un élément de pile, mais, suivant les réactions mises en jeu, cette charge ne peut être utilisée qu'en une durée très longue, comme c'est le cas des piles de Daniell ou de Leclanché ; avec les Bunsen, les piles au bichromate ou à l'acide chromique, la charge doit, au contraire, être dépensée en peu d'heures. Il en résulte que, dans le premier cas, on dispose d'un courant faible mais assez constant et que la pile peut continuer à dégager pendant un grand nombre d'heures, tandis que, dans le deuxième, on a un courant énergique, mais dont l'intensité diminue rapidement et devient pratiquement inutilisable en peu d'heures.

Quand on veut profiter des avantages de l'électricité, pour un service intermittent, et cependant ne pas faire une dépense trop élevée, le mieux consiste à adopter la pile Leclanché, modèle à sac aggloméré, de grande capacité.

Un élément ayant une tension de 1 volt et demi, 6 éléments couplés en tension donneront par conséquent 9 volts. Admettons 1 volt de perte dans les conducteurs, et poussons un peu les lampes pour avoir une plus belle lumière ; nous pourrons ainsi alimenter des lampes étalonnées à 7 volts, et nous aurons environ 3 à 4 bougies.

Les fils partant des bornes extrêmes, zinc et charbon, de la batterie circulent dans tout l'appartement ou la maison.

C'est sur leur trajet que l'on branche, suivant les besoins, et ainsi que le montre notre figure 5, les lampes, précédées de leur interrupteur particulier. Il faut donc trois fils : le premier, branché sur le conducteur venant du positif de la pile, se rend au pivot de l'interrupteur ; le deuxième, branché sur le conducteur venant du pôle négatif, va directement à l'une des attaches de la lampe ; enfin, le troisième réunit l'autre attache de la lampe au plot de contact de l'interrupteur.

Une installation domestique complète peut comporter

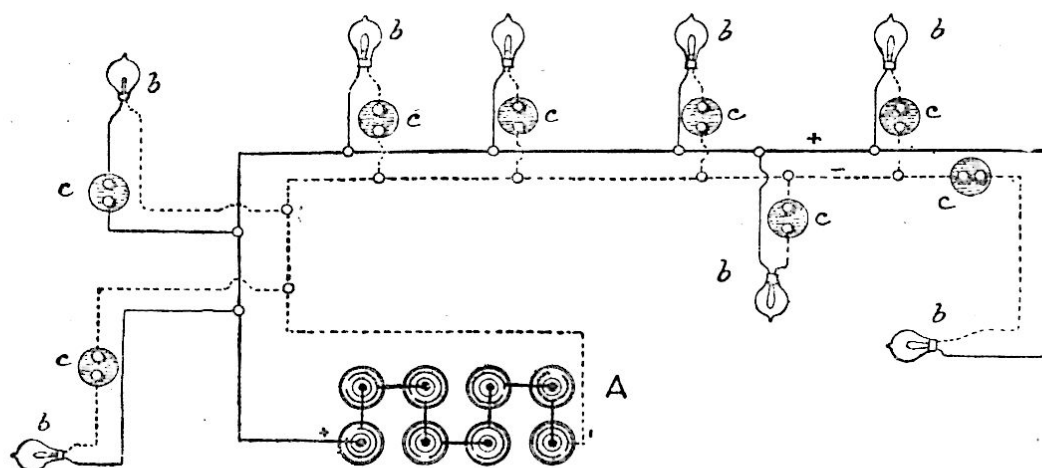


Fig. 5. — Schéma d'une installation de lumière intermittente.

A, batterie de piles ; b, lampes ; c, interrupteurs.

non seulement de petites lampes de quelques bougies pour l'éclairage intermittent, mais encore toutes sortes d'appareils d'usage constant et n'exigeant pour leur fonctionnement qu'un courant de peu d'intensité. Le schéma de la figure 5 donne un exemple de ce qui peut être ainsi obtenu avec une simple batterie de 6 éléments. Tous les appareils : sonnettes, avertisseurs automatiques de sécurité, lampes, allumeurs, sont branchés *en dérivation* avec leurs interrupteurs sur les conducteurs principaux partant de la pile. On peut ainsi obtenir à bon compte tous les agréments que l'électricité, convenablement appliquée, est susceptible de fournir.

Courants des secteurs. — Dans la plupart des villes, il n'est pas besoin de se préoccuper de la génération de l'élec-

tricité que l'on veut utiliser pour les divers besoins de la maison : il existe des entreprises, dites *secteurs de distribution*, analogues aux Compagnies de gaz, et qui ont établi des canalisations amenant le courant produit par de puissantes machines dans des stations centrales. Lorsqu'on veut jouir des avantages de l'électricité, il suffit, dans ce cas, de contracter un abonnement à la Compagnie d'électricité, et de faire poser les canalisations secondaires venant se greffer sur les conduites principales sillonnant les rues.

Il en est de même dans de nombreuses bourgades de moindre importance possédant une usine électrique, le plus souvent actionnée par une chute d'eau. Le courant est distribué par des li-

gnes aériennes, moins coûteuses que celles dissimulées dans le sol, et conduit jusqu'aux appareils d'utilisation.

L'électricité produite par des dynamos (*fig. 6*) se présente sous la même apparence que lorsqu'elle est débitée par des piles à réactions

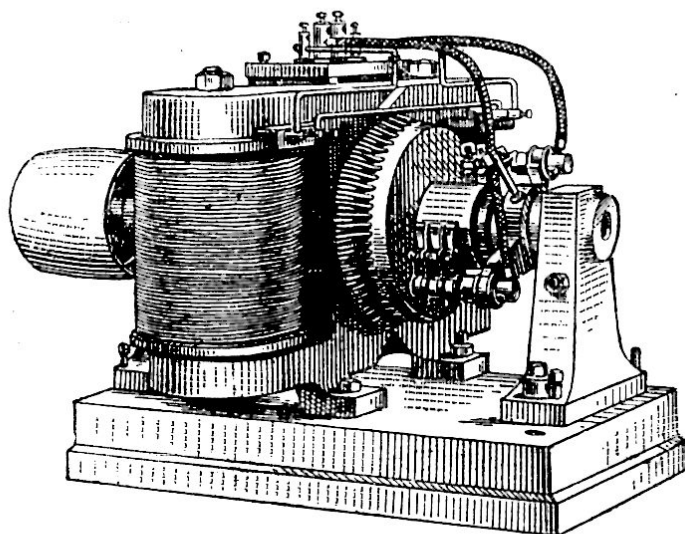


Fig. 6. — Dynamo bipolaire (système Labour).

chimiques. Le courant est *continu*, mais sa tension est plus élevée, et le chiffre communément adopté pour l'éclairage est de 100 à 120 volts, car c'est celui qui convient le mieux pour les lampes à incandescence. Lorsque le réseau de distribution est étendu et comporte un très grand nombre d'abonnés, l'énergie électrique est envoyée par trois ou cinq fils au lieu de deux. Alors si la tension du courant, entre deux fils voisins, est de 110 volts, entre le fil 1 et le fil 3 on aura 220 volts, 330 volts entre le fil 1 et le fil 4, et 440 volts entre les fils extrêmes. Cette disposition permet de

brancher des moteurs électriques d'une certaine puissance sur le réseau, ainsi que des lampes à arc en tension.

Les usines électriques à moteurs hydrauliques situées à une distance de plusieurs kilomètres des centres à éclairer ne pourraient employer économiquement le courant continu. La section des fils de cuivre servant au transport de l'électricité, — et par conséquent leur prix, — est en raison directe de l'intensité du courant. On est donc obligé, pour transporter une quantité d'énergie un peu forte, d'élever considérablement la tension, afin de ne pas accroître l'intensité et arriver à une dépense exagérée de conducteurs. Mais les dynamos ne peuvent produire facilement ces hautes tensions, qui se-

raient d'ailleurs trop élevées pour l'alimentation des lampes ou autres appareils. On préfère donc employer, lorsque la ville à éclairer est située à une certaine distance de la station génératrice, les courants *alternatifs* (fig. 7), changeant de sens un plus ou moins grand nombre de fois par seconde, c'est-à-dire ayant

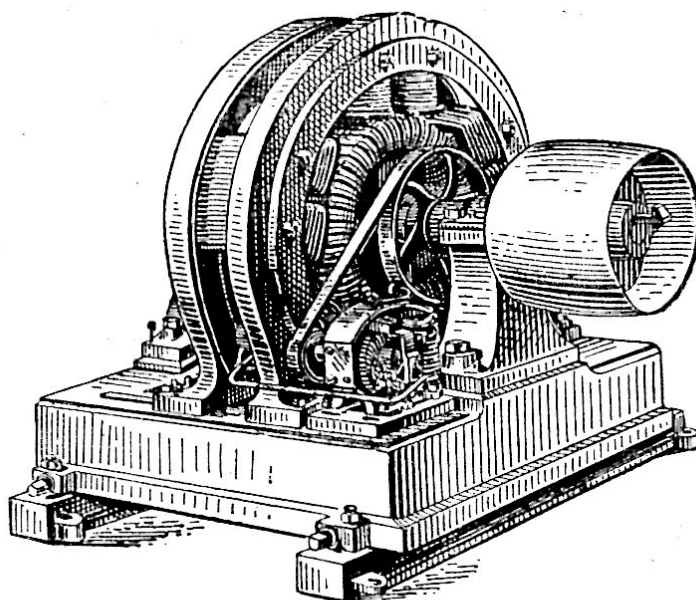


Fig. 7. — Alternateur à courants triphasés avec son excitatrice.

une *fréquence* variant de 25 à 100 pulsations ou *périodes* par seconde. Quand plusieurs courants alternatifs prennent naissance dans l'unité de temps, on les désigne sous le nom de courants *polyphasés*. Les plus usités sont ceux à deux ou trois phases, dits alors *diphasés* et *triphasés*.

Les machines génératrices produisant tous les genres de courants alternatifs fournissent avec la plus grande facilité

les tensions les plus élevées ; de plus, on peut modifier à volonté les *constantes* (intensité et tension) des courants alternatifs, simplement en leur faisant traverser les enroulements d'appareils d'induction appelés *transformateurs*, placés, soit au départ seulement, soit au départ et à l'arrivée. On parvient ainsi à localiser les hautes tensions, dont le voisinage est dangereux, sur la canalisation de transport, qui peut être constituée par des fils de faible diamètre, par suite peu coûteux. Le transformateur d'arrivée ramène le voltage au chiffre le plus convenable pour une bonne alimentation des appareils, soit 110 volts, comme pour le courant continu.

Station électrique privée. — S'il n'existe, à proximité de l'endroit où l'on a fixé sa demeure, aucune usine de distribution d'électricité et qu'on désire cependant profiter des bienfaits et de la commodité de cette énergie pour les divers usages domestiques, sonnettes et téléphones mis à part, force est de procéder à l'installation d'une station électrique privée dans les dépendances de l'habitation.

C'est surtout à la campagne que cette nécessité s'impose, puisqu'à la ville on a à sa disposition le courant des secteurs. Il est vrai que l'on peut aussi avoir avantage à produire soi-même la quantité d'énergie électrique dont on a besoin, plutôt que d'accepter les conditions quelquefois draconiennes et les tarifs élevés des Compagnies.

Ce tarif varie entre 4 et 12 centimes l'hectowatt-heure, en moyenne, c'est-à-dire entre 40 centimes et 1 fr. 20 le kilowatt-heure. En admettant le prix intermédiaire de 0 fr. 50, l'entretien de la lumière d'une lampe de 16 bougies coûte deux centimes et demi l'heure. C'est, comme nous le démontrerons plus loin, un prix fort élevé, et quand on organise une station particulière pour ses usages personnels, le courant est loin de revenir à un tarif aussi coûteux, quel que soit le genre de force motrice employé.

Toutefois, pour que la chose vaille la dépense, il faut que la consommation journalière d'électricité atteigne un chiffre minimum, au-dessous duquel il ne faut pas descendre. Il est

bien évident que, si l'on n'a que deux ou trois lampes à alimenter pendant quelques heures chaque soirée, cela ne vaut pas la peine de faire l'achat d'un moteur et d'une dynamo. Une batterie de piles au bichromate pourra suffire. Ou bien, il faudra avoir l'usage de son moteur pendant les heures de la journée, comme c'est le cas chez de nombreux industriels, chez les jardiniers, qui ont besoin d'un petit moteur pour différents travaux. La nuit arrivée, on fait passer la courroie de transmission sur la poulie de la dynamo et on obtient de la lumière.

Dans la plupart des habitations particulières d'une certaine importance : hôtel, villa, château, ferme, etc., comportant, à côté du bâtiment principal, des dépendances, le nombre des foyers lumineux à alimenter devient tout de suite élevé, et c'est alors que l'on a tout avantage à recourir à l'électricité, de préférence à toute autre source de lumière. L'installation sera sans doute plus coûteuse que celle d'un autre mode d'éclairage, mais nous n'avons pas besoin de faire remarquer, une fois de plus, l'incontestable supériorité de l'électricité sur tous les autres procédés. Non seulement la lumière peut être répartie en autant de foyers de puissance variable que la chose est nécessaire, mais l'énergie peut servir en même temps à une grande variété d'applications, que nous passerons successivement en revue dans les pages qui suivent, et la sécurité est absolue.

La houille blanche ou verte. — *Moteurs hydrauliques.* — Il est bien certain que les forces naturelles que l'on peut capter et utiliser sont les plus économiques, puisqu'elles sont à peu près gratuites. Toutefois, il faut faire attention à ce que leur captation n'entraîne pas des dépenses de premier établissement excessives, car dans ce cas, l'amortissement et l'intérêt du capital engagé pourraient être égaux et même supérieurs à la dépense de combustible nécessitée par un moteur thermique, sans compter que la ligne de transport pourrait être fort coûteuse.

La « houille blanche », qui descend en cascades écumeuses des glaciers des montagnes, et la « houille verte », qui coule

plus paisiblement entre les rives des cours d'eau de toute importance, peuvent donc fournir les meilleurs résultats, à la condition qu'elles n'exigent pas, pour être canalisées, des travaux d'appropriation considérables et par conséquent onéreux.

Il existe aujourd'hui des modèles de turbines donnant un très haut rendement et fonctionnant avec des chutes d'eau de hauteur inférieure à 1 mètre, pendant les périodes de basses eaux ou d'étiage, pourvu que le débit de liquide soit suffisant en toutes saisons. Les systèmes les plus appréciés sont les « turbines centripètes » ou américaines, dont le type Mac-Cormick est incontestablement le meilleur. Les turbines « Hercule-Progrès », construites en France, et l'*America* sont très répandues et très estimées.

Lorsqu'on veut utiliser une chute ou un cours d'eau pour lui faire actionner une turbine hydraulique, il faut jauger le débit de l'eau, et c'est là une opération assez délicate, qui demande une grande attention pour atteindre au degré de précision indispensable. Suivant les circonstances, on a le choix entre trois procédés de mesure : 1° le flotteur : 2° la vanne ; 3° le déversoir. Ce dernier est le plus exact.

Avec le procédé du flotteur, on laisse descendre au cours de l'eau un corps flottant : morceau de bois ou bouteille à demi pleine, sur une certaine distance, de manière à connaître la vitesse moyenne de l'eau. On choisit une partie droite et on s'assure de la section du cours d'eau, c'est-à-dire de sa largeur et de sa profondeur. Ces trois points une fois élucidés, et le produit ayant fourni les chiffres les plus approchés possible, on en fait la somme et on ne prend que les trois quarts, ou 75 pour 100 du résultat théorique.

Supposons par exemple une rivière mesurant 2^m,50 de largeur, 0^m,50 de profondeur moyenne, et une vitesse d'écoulement de 0^m,80 par seconde. Le calcul indiquera, pour le débit total .

$$\frac{2^{\text{m}},50 \times 0^{\text{m}},50 \times 0^{\text{m}},80 \times 75}{100} = 750 \text{ litres.}$$

Dans la deuxième méthode, de la vanne ou orifice sous

pression (*fig. 8*), on établit un barrage muni d'une vanne mobile qu'on lève à volonté. La formule permettant de calculer le débit des orifices en mince paroi sous pression est la suivante :

$$D = m L E \sqrt{2g H}.$$

Dans cette formule, D représente le débit, en litres par seconde, L la longueur et E la hauteur de l'orifice d'évacuation, H la pression de l'eau ou charge sur le centre de l'orifice, $2g$ valeur constante évaluée à 49,62 et m coefficient de dépense, variant de 0,6 à 0,7 suivant les charges, la forme et la position de l'orifice.

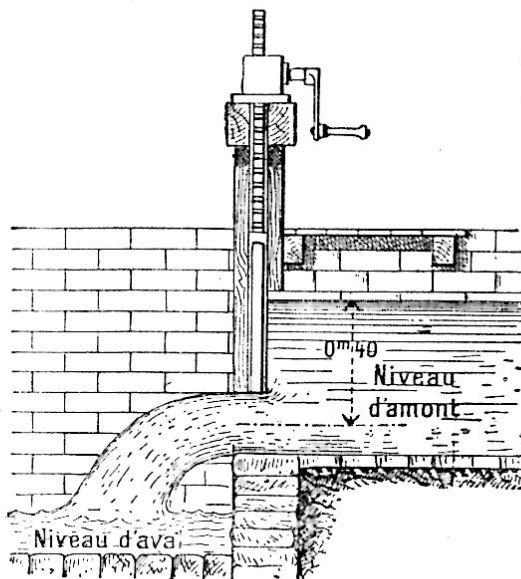


Fig. 8. — Vanne.

Le *déversoir*, qui constitue le troisième procédé de mesure du débit (*fig. 9*), est plus employé que la vanne et fournit une évaluation plus exacte. Le cours d'eau est barré comme

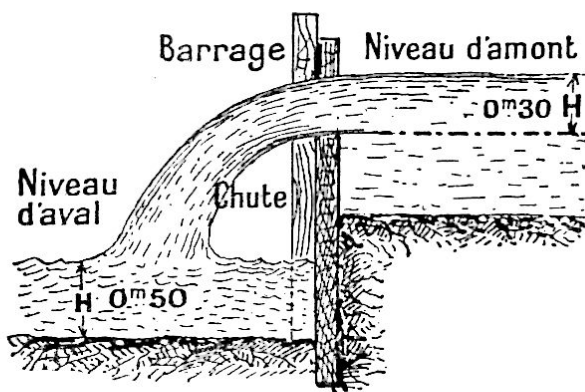


Fig. 9. — Déversoir.

précédemment, mais jusqu'à une certaine hauteur seulement, et le liquide se déverse par-dessus le rebord de la cloison verticale amincie en biseau. La formule à appliquer dans ce cas est alors :

$$D' = m L H \sqrt{2g H}.$$

D' est le débit en litres par seconde, L la largeur

du déversoir, H la charge sur le seuil, mesurée à 1m,50 en amont, $\sqrt{2g H}$ la vitesse théorique de l'écoulement, enfin m un coefficient de dépense variant, suivant les cas, de 0,38 à 0,42.

Le débit d'une chute ou d'un cours d'eau étant déterminé, rien de plus simple que de savoir quelle est la force dont on peut disposer. Si nous revenons au ruisseau de 2^m,50 de largeur mentionné plus haut et débitant 750 litres par seconde, la puissance vive disponible est de

$$750 \times 0,8 = 600 \text{ kilogrammètres.}$$

On sait que 75 kilogrammètres forment l'unité arbitraire appelée *cheval-vapeur*; 600 kilogrammètres donnent donc

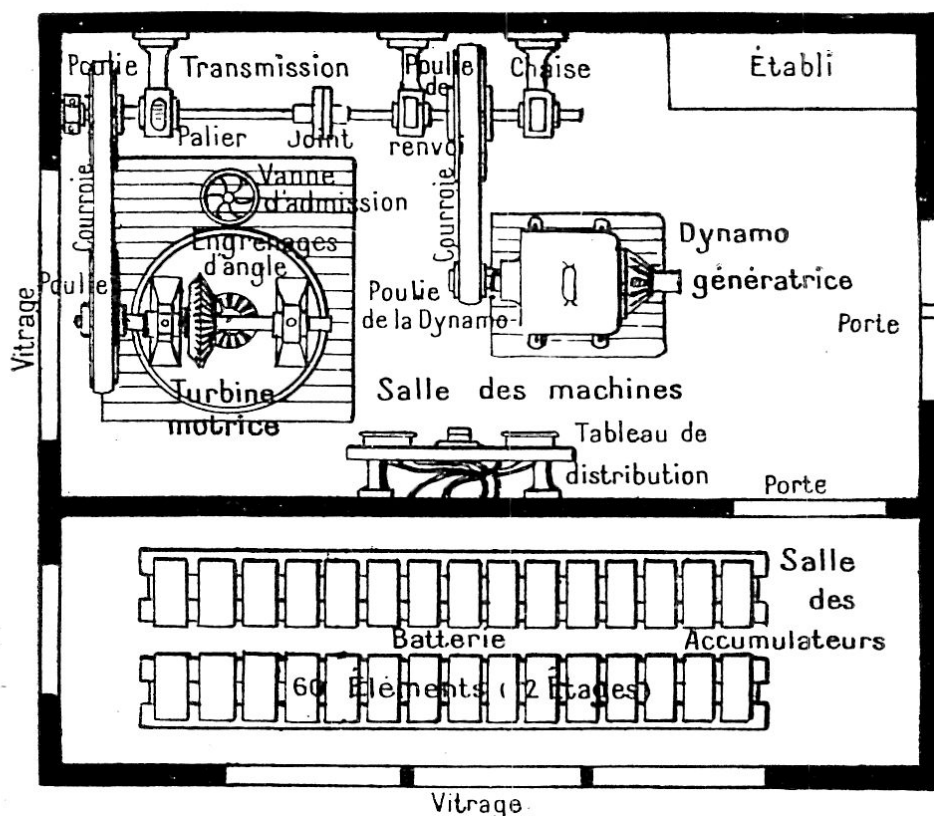


Fig. 10. — Plan d'une station hydro-électrique privée, avec batterie d'accumulateurs de 60 éléments.

8 chevaux. Telle est la puissance de la chute; en faisant traverser à l'eau les aubes d'une turbine américaine ayant un rendement de 75 pour 100, la force que l'on pourra recueillir sur son arbre sera exactement de 6 chevaux.

En actionnant une dynamo à l'aide d'une transmission

par engrenages d'angle, poulie de renvoi et courroie, transmission qui donne lieu à une perte de 10 pour 100, égale à celle occasionnée déjà par la dynamo, ce qui fournit un rendement de 80 pour 100 pour l'ensemble électro-mécanique, le courant produit sous une tension de 120 volts pourra présenter une intensité de 30 ampères, ce qui donne une puissance utile, en définitive, de 3600 watts. Les diverses transformations de l'énergie potentielle de l'eau par l'intervention de la turbine, de la dynamo et de la transmission de mouvement donnent lieu à des pertes de puissance vive variant entre 35 et 50 pour 100. C'est dire que, dans les meilleures conditions, on ne peut compter recueillir, sous forme d'énergie électrique, que la moitié ou les deux tiers au plus de la puissance d'une chute d'eau.

Quoi qu'il en soit, un courant de 30 ampères sous 120 volts de tension permet d'alimenter 75 lampes de 16 bougies, et, pendant le jour, de charger une batterie d'accumulateurs de 300 ampères-heure de capacité, pouvant travailler ensuite en parallèle avec la dynamo et doubler l'importance de l'éclairage.

La figure 10 représente une installation hydro-électrique de puissance moyenne avec accumulateurs.

Moteurs à vent. — Les moulins à vent sont surtout des instruments agricoles dont le principal travail consiste à pomper l'eau au fond des puits pour l'élever jusque dans des réservoirs élevés d'où descendent les canalisations. Cependant on a essayé, de divers côtés, à utiliser ces turbines aériennes pour l'actionnement des dynamos et la production de l'énergie électrique. L'électricien Brush, le mécanicien Gustaf Conz, de Hambourg, et plusieurs autres constructeurs, sont parvenus à établir des stations centrales avec moteur à vent.

Une seule modification de détail doit être apportée à la construction d'un moulin à vent automoteur quand on désire l'appliquer à la commande d'une dynamo : la transmission de mouvement, au lieu de s'opérer par barres à excentrique, comme lorsqu'il s'agit d'actionner des pompes,

doit être opérée par engrenages, de manière à fournir un mouvement rotatif continu (*fig. 11*).

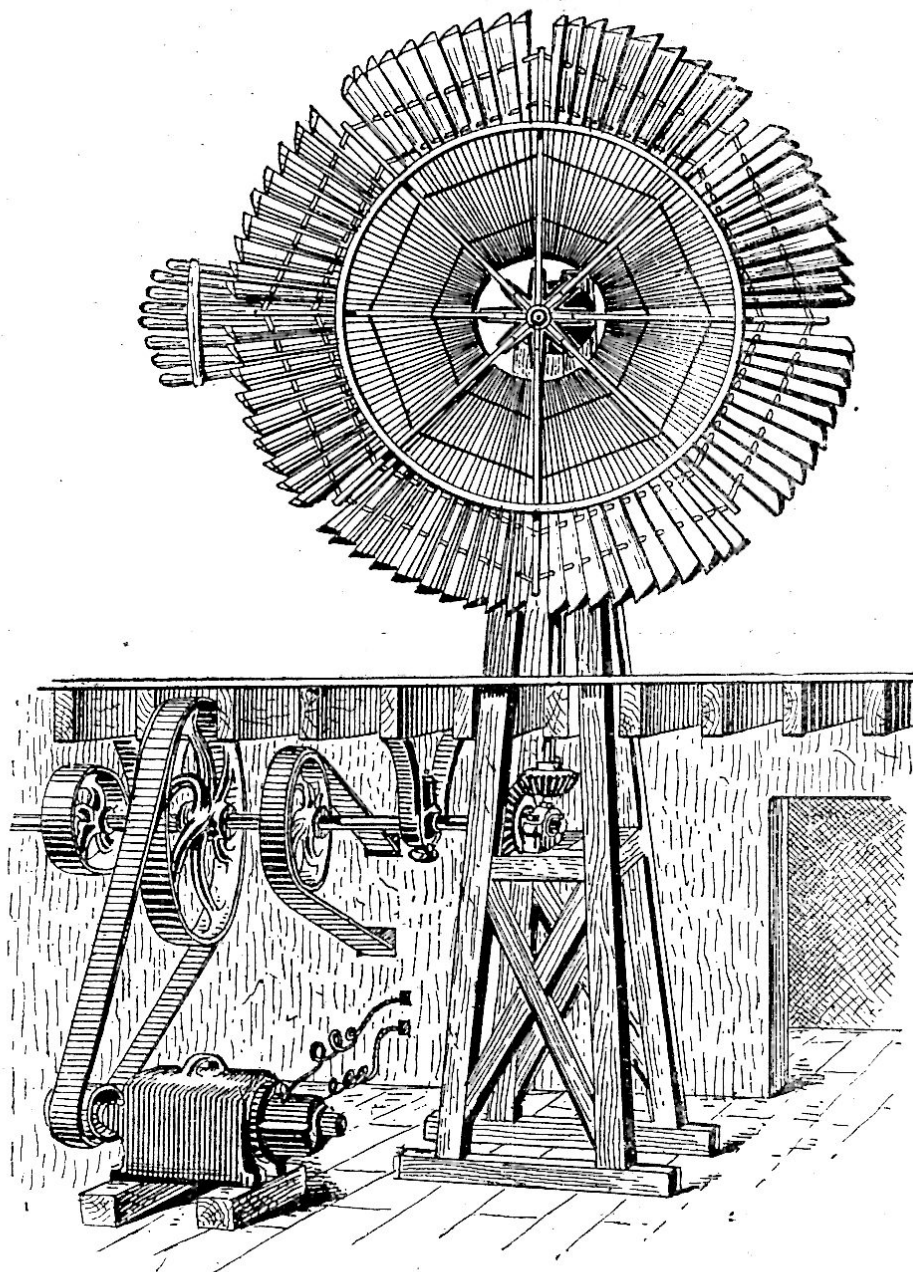


Fig. 11. — Moteur à vent. Turbine atmosphérique ou moulin automoteur à mouvement rotatif par engrenages d'angle commandant une dynamo.

Plus la voilure du moulin est vaste, plus la masse de la turbine est considérable, et plus la marche est régulière et

uniforme. On est donc obligé d'employer des roues-turbines mesurant au moins 6 mètres de diamètre. Avec une vitesse de vent de 10 mètres par seconde, la puissance disponible est de 3 chevaux-vapeur.

Le vent étant une force naturelle plutôt capricieuse et inégale, son effort variant constamment, et allant de 0 à 20 et davantage en l'espace de quelques minutes, il est à peu près impossible de l'employer directement; on utilise le

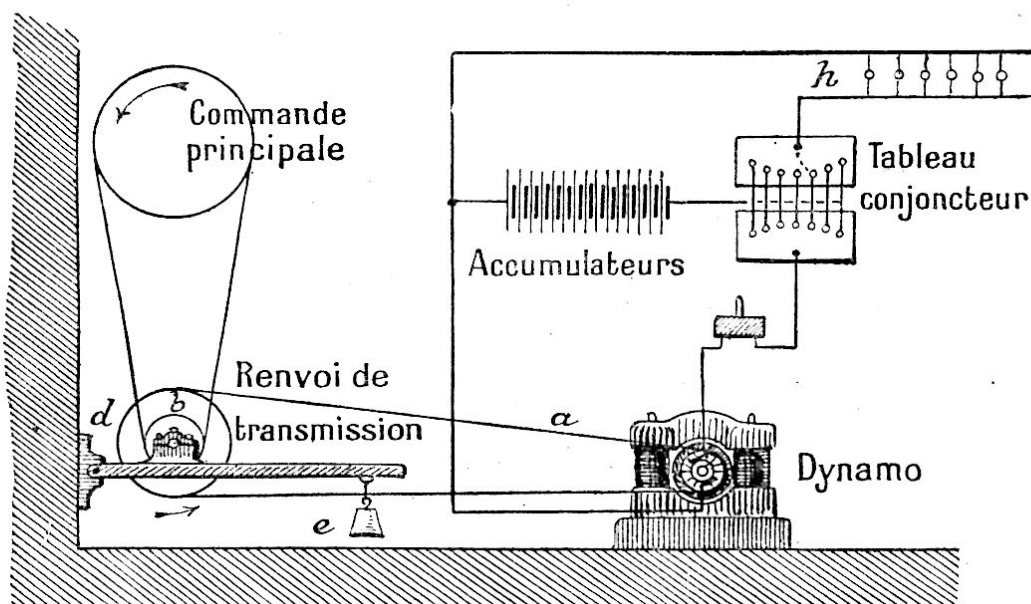


Fig. 12. — Commande à vitesse variable de la dynamo dans la station à moulin à vent d'Askov.

courant de la dynamo à charger une batterie d'accumulateurs de grande capacité, et on intercale, entre la batterie et la génératrice, un conjoncteur-disjoncteur automatique placé sous la direction d'un régulateur centrifuge. Quand la vitesse de rotation de la turbine aérienne atteint un chiffre déterminé, la communication de la dynamo et des accumulateurs est établie. Elle est coupée au contraire dès que cette vitesse ralentit au-dessous d'un certain minimum, et on évite ainsi de voir la batterie se décharger sur la dynamo qui serait détériorée par ce renversement de sens du courant.

Il existe, dans différents pays, en Allemagne, en Dane-

mark, aux États-Unis, plusieurs installations avec moulin à vent. L'usine d'Askov, entre autres, dessert tout le réseau d'éclairage de la commune avec un moulin à quatre ailes actionnant une dynamo débitant 50 ampères sous une tension de 100 à 160 volts. Le courant de cette dynamo est em-

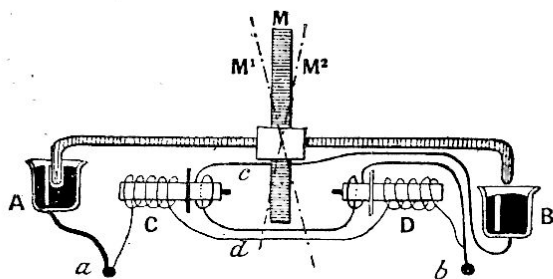


Fig. 13. — Schéma de l'interrupteur automatique,

magasiné dans une batterie d'accumulateurs composée de 60 éléments de 400 ampères-heure de capacité, soit 24 kilowatts. La figure 12 montre le mode de transmission adopté et la figure 13 le schéma de l'interrupteur automatique. Cette usine

alimente 500 lampes à incandescence et 12 lampes à arc ; le courant normal a une tension de 110 volts et une intensité de 180 ampères. Pour parer aux calmes plats prolongés, il existe un moteur à pétrole de secours, de 12 chevaux, travaillant sur une seconde batterie de 60 éléments de 270 ampères-heure de capacité.

Les groupes électrogènes. — Un moyen très pratique de produire l'énergie électrique, et qui a reçu de très nombreuses applications, c'est ce que l'on a appelé le *groupe électrogène*, avec lequel on peut transformer les hydrocarbures liquides en lumière avec un bien meilleur rendement que si on les brûlait directement dans une lampe intensive quelconque.

C'est surtout depuis que l'automobilisme a pris le développement universel que l'on sait, que ces appareils sont entrés en faveur, car on s'est familiarisé rapidement avec le maniement des moteurs à explosion de toute espèce, par suite de leur réelle simplicité.

Un groupe électrogène se compose donc d'un socle de fonte sur lequel se trouve boulonné un petit moteur vertical de 2 à 12 chevaux ou davantage, à refroidissement par l'eau. Ce moteur est accouplé directement à l'aide d'un manchon

de liaison avec une dynamo de puissance correspondante. Il est complété par les accessoires indispensables : carburateur, magnéto d'allumage (ou pile et bobine), réservoirs à eau et à essence, tableau de distribution, etc.

Un moteur de ce genre consomme environ 400 grammes, soit un demi-litre pour fournir un cheval-vapeur. Le type de 3 chevaux consomme donc 1 litre et demi d'essence ou gazoline à la densité de 700, par heure de marche, et il peut alimenter 30 lampes de 16 bougies pour une dépense de 80 centimes, l'essence étant vendue 40 centimes le litre hors Paris. L'unité kilowatt-heure revient donc à 0 fr. 50 environ, ce qui n'a rien d'excessif.

Les usines de Dion-Bouton, de Puteaux, ont étudié et construit plusieurs séries de groupes électrogènes basés sur ces principes et comportant des moteurs à un, deux et quatre cylindres, fournissant, à la tension de 110 volts, la puissance suivante :

1 cylindre.	{	4 chevaux.	2 200 watts.
		6 —	3 000 —
		8 —	4 070 —
2 cylindres.	{	10 —	6 275 —
		12 —	7 480 —
4 cylindres.	{	15 —	10 kilowatts.
		24 —	18 —
		70 —	48 —

La vitesse de rotation est de 1500 tours à la minute. Ces moteurs sont munis d'un régulateur à solénoïde (*fig. 14*) qui assure l'uniformité de la vitesse, malgré les variations de la charge extérieure. L'effet s'opère et le réglage est réalisé en 15 secondes à peine lorsqu'on passe de la pleine

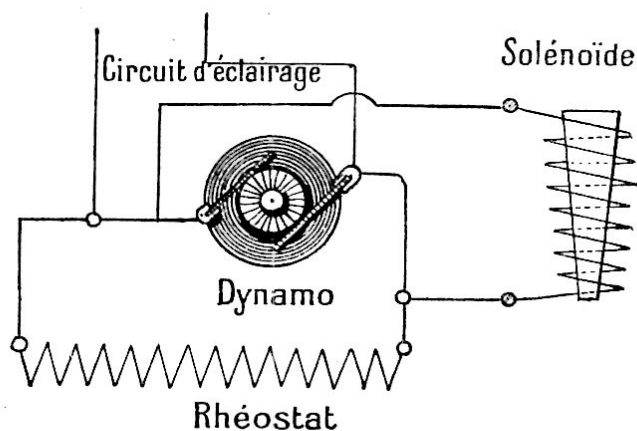


Fig. 14. — Régulateur à solénoïde (schéma).

charge à la marche à vide ou inversement. La figure 15 montre l'aspect d'un de ces accouplements, dont le prix varie entre 2 500 et 7 000 francs.

Moteurs à pétrole lampant. — On reproche aux moteurs à essence d'avoir une marche souvent trop rapide, ce qui amène assez vite du jeu dans les articulations, d'où

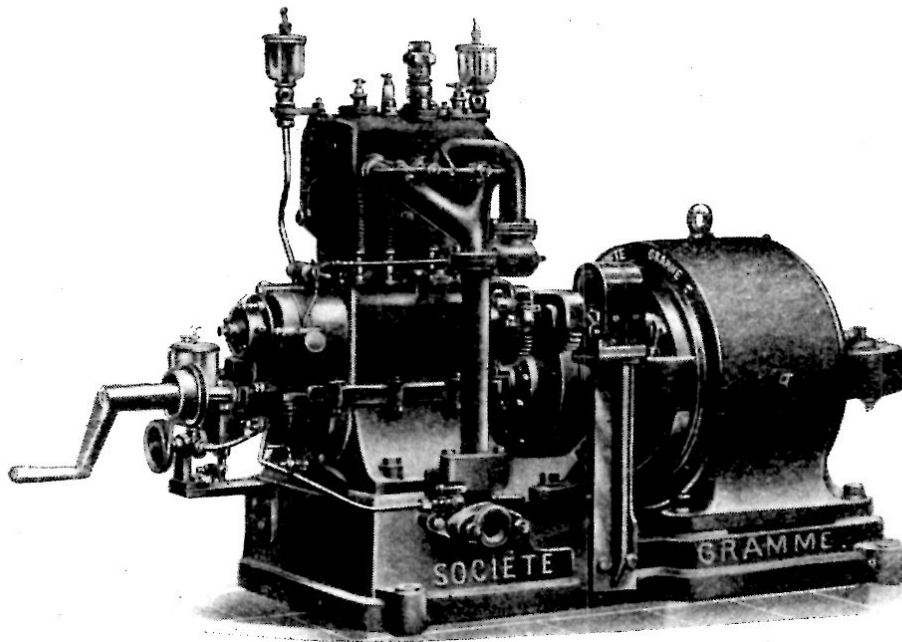


Fig. 15. — Groupe électrogène à moteur à essence à deux cylindres.

usure et réparations fréquentes. Ils consomment un produit coûteux, dégageant des vapeurs inflammables à la température ordinaire, et par suite pouvant être dangereux. C'est pourquoi on a tâché de faire absorber aux moteurs de ce genre du pétrole *lourd* ou *lampion*, c'est-à-dire d'une densité de 0,8 ce qui en rend la manipulation absolument sans aucun danger.

Il existe d'excellents modèles de moteurs consommant ce liquide, qui est préalablement gazéifié à haute température par un brûleur spécial remplaçant le carburateur du moteur à essence. Ces machines se construisent, comme les précédentes, dans la disposition verticale, avec un seul cylindre

ou deux cylindres, suivant la force développée. Leur vitesse de rotation est beaucoup plus faible et ne dépasse pas 450 à 500 tours par minute. Ils sont plus robustes et plus lourds, et leur seul inconvénient est qu'ils exigent le chauffage préalable du gazéificateur avant la mise en marche, ce qui demande une dizaine de minutes, alors que le moteur à essence peut être mis instantanément en route par un simple tour de manivelle. Enfin leur prix d'achat n'est pas plus élevé que celui d'un moteur à gazoline.

Avec du pétrole ordinaire ou de l'huile de schiste, qui lui convient particulièrement, l'unité de travail, le cheval-heure, ne coûte que huit centimes, c'est-à-dire près de trois fois moins qu'avec l'essence minérale ou l'alcool.

Gaz pauvres. — La palme de l'économie revient encore aux *gaz pauvres*, que l'on peut substituer au gaz d'éclairage et aux vapeurs d'essence ou de pétrole dans les moteurs dits « à explosion ».

Ces gaz pauvres sont composés d'un mélange complexe d'oxyde de carbone, d'azote, d'hydrogène qui prend naissance quand on force de l'air humide ou de la vapeur d'eau à traverser un foyer incandescent. Au contact du charbon au rouge, la vapeur est décomposée et produit ce mélange, de faible teneur calorifique, qui, après avoir été lavé et nettoyé dans des scrubbers appropriés, est envoyé au cylindre moteur dans lequel il est enflammé par une étincelle électrique qui le fait détoner. L'expansion qui résulte de cette explosion produit l'effort recueilli sous forme de travail par l'arbre de couche.

Les systèmes de *gazogènes* pour la production des gaz pauvres sont assez nombreux, et on les rencontre maintenant dans toutes les industries, où ils tendent de plus en plus à remplacer la machine à vapeur. Leur fonctionnement est absolument sans danger, puisqu'il n'existe aucune pression; toutefois il est préférable de les établir en plein air ou sous un hangar largement aéré, pour rendre inoffensives les émanations qu'ils sont susceptibles de dégager. Suivant les principes appliqués dans leur construction par les inven-

teurs (fig. 16), ils sont à foyer soufflé ou à aspiration, et complétés par un *scrubber* retenant les poussières entraînées,

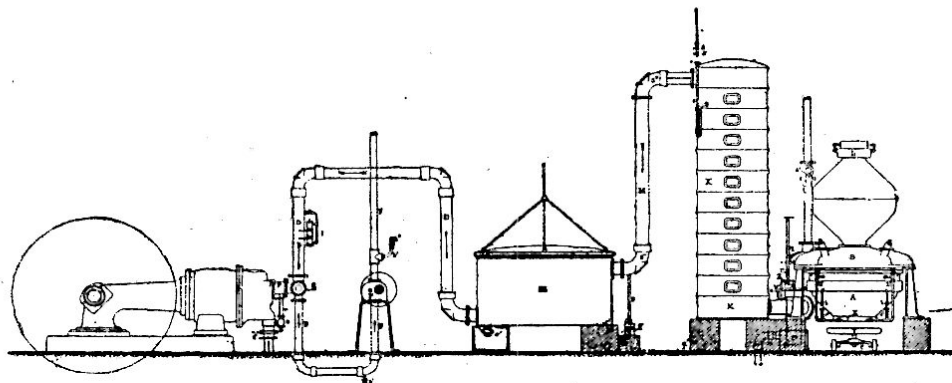


Fig. 16. — Schéma d'une installation au gaz pauvre, de Pierson frères.

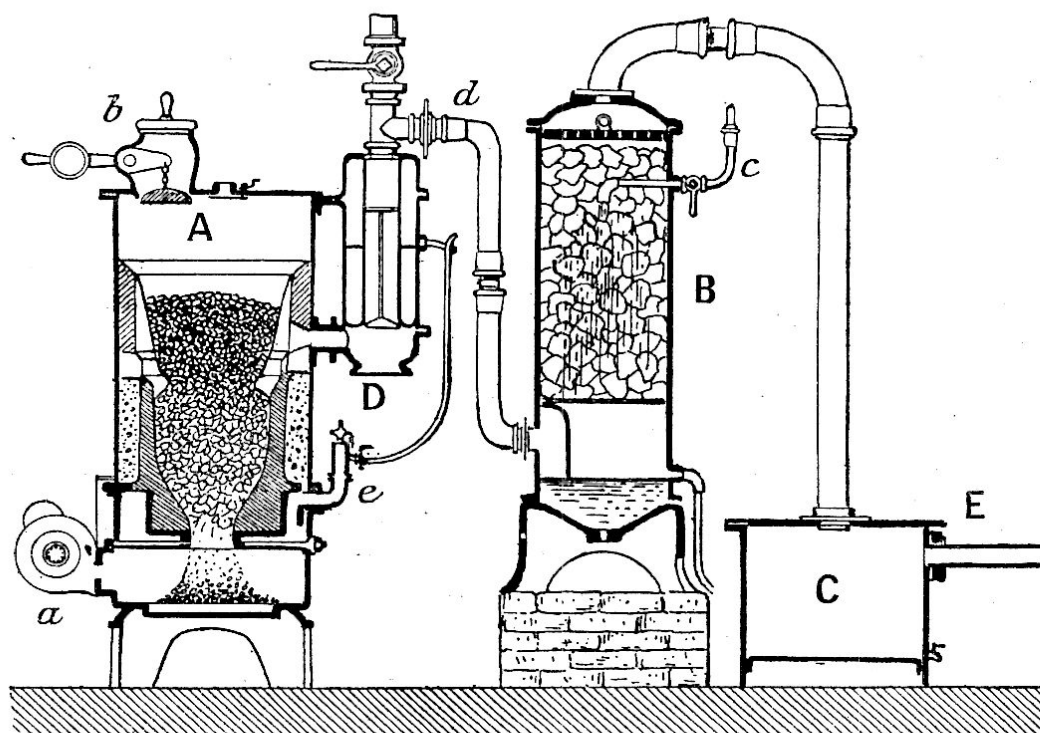


Fig. 17. — Coupe d'un gazogène.

A, générateur; B, scrubber; C, caisse d'aspiration; D, régulateur; *a*, ventilateur; *b*, trémie de chargement; *c*, conduite d'arrivée de l'eau; *d*, tuyau d'admission; *e*, arrivée de l'eau.

un *laveur* refroidissant les gaz et les dépouillant de leurs impuretés, et enfin un *gazomètre* ou *cloche*, analogue aux

gazomètres des usines à gaz, et où s'emmagasine le mélange au fur et à mesure de sa production (*fig. 17*).

Les moteurs à gaz pauvres doivent être surveillés pendant leur fonctionnement et exigent la présence d'un ouvrier chargé d'allumer le feu dans le gazogène, de charger celui-ci de combustible à intervalles déterminés, de piquer le feu, d'accélérer la combustion, et enfin d'opérer les nettoyages fréquents que l'appareil réclame. C'est pourquoi ce genre de moteurs n'est réellement économique qu'à partir de 15 chevaux au moins, car il faut compter le salaire de l'ouvrier chargé de la surveillance et de l'entretien.

En employant de l'anthracite ou des charbons maigres de bonne qualité pour l'alimentation du gazogène, la force motrice revient à 3 centimes l'heure par cheval-vapeur, ce qui donne le kilowatt à 5 ou 6 centimes, en tenant compte du rendement de la dynamo.

Rôle des accumulateurs. — Il n'existe, ainsi que nous l'avons montré dans les pages qui précèdent, que deux générateurs d'énergie électrique : le générateur chimique, la *pile*, et le générateur mécanique, la *dynamo*, cette dernière exigeant une source étrangère de mouvement qu'elle transforme en courant électrique continu ou alternatif.

Les accumulateurs ne sont pas des générateurs, mais de simples réservoirs dans lesquels l'énergie est emmagasinée sous forme de travail chimique récupérable. En faisant passer un courant dans des plaques de plomb baignant dans de l'eau acidulée sulfurique à la densité de 20° à 22° Baumé, il se produit un changement dans l'état physico-chimique du métal composant les plaques, et on a calculé que 1 kilogramme de plomb pouvait ainsi retenir une quantité d'énergie de 12 ampères-heure, qu'il restitue ensuite, avec une perte pouvant aller à 30 pour 100, c'est-à-dire qu'en dépensant 1 000 watts à *charger* un accumulateur, on ne peut recueillir, à la *décharge*, que 650 à 700 watts. C'est donc une perte d'énergie assez sérieuse.

Malgré cela, l'accumulateur est précieux par sa propriété de conserver la charge pendant plusieurs jours s'il est néces-

saire, et de restituer l'énergie dans un temps variable, avec l'intensité voulue. Autrement dit, le débit peut être augmenté ou restreint à volonté. Le temps normal nécessaire pour charger ou décharger un accumulateur de capacité quelconque, — cette capacité ne dépendant d'ailleurs que des dimensions de l'élément, — est de six heures, mais on peut, suivant le cas, soit prolonger cette durée jusqu'à douze, dix-huit ou vingt-quatre heures, ou la réduire à deux heures, à une heure ou même à une demi-heure (c'est ce qu'on appelle la *charge rapide*); mais, dans ce dernier cas, le rendement s'abaisse sensiblement, car il est bon de ne pas forcer la décharge d'un accumulateur à plus de 2 ou 3 ampères par kilogramme de plaques.

Pour les usages domestiques, les accumulateurs peuvent être associés aux piles et chargés par ces dernières, mais c'est là une méthode peu recommandable en raison du prix excessif auquel revient alors le courant, quel que soit le système de pile employé. Il n'en est plus tout à fait de même avec la dynamo; la perte d'énergie subsiste toujours, mais on peut la négliger devant les avantages qui résultent de la présence de la batterie. En effet, les accumulateurs placés en circuit avec la dynamo fonctionnent à la façon d'un régulateur, d'un *tampon*, comme on dit, qui absorbe les irrégularités du débit, en plus ou en moins, fournissant ainsi un courant d'une absolue uniformité, sans le moindre à-coup. Disposés en parallèle, ils permettent de doubler le débit, et par suite le nombre de lampes allumées. Enfin, pendant la nuit, alors que le moteur actionnant la dynamo est arrêté, — et de même pendant les arrêts forcés pour cause de réparation ou autre, — les accumulateurs sont toujours prêts à débiter du courant et à alimenter les lampes.

Le voltage ordinairement adopté pour l'éclairage électrique par arc ou par incandescence étant, ainsi que nous l'avons déjà dit, de 110 volts, la batterie doit comporter 60 éléments couplés en tension, et la dynamo devant la charger doit pouvoir fournir 150 volts. En effet, à la fin de la charge, chaque élément réclame une tension de 2,4 volts, soit 144 volts pour les 60 éléments. Lorsqu'on met, au dé-

but, la batterie en circuit, 46 éléments suffisent pour obtenir la tension normale ($46 \times 2,4 = 110$ volts). Dès que ce chiffre de 2,4 volts s'abaisse, on ajoute successivement, et un par un, les éléments laissés en réserve et dits *de réduction*. La tension se maintenant longtemps à 2 volts, 55 éléments travaillent ensemble; on met enfin les cinq derniers en série et on arrête la décharge quand le voltage descend au-dessous de 1,8 volt, ce qui nécessite la batterie entière ($1,8 \times 60 = 108$ volts).

Agencement d'une station particulière pour l'éclairage électrique. — Quand on ne demande à l'électricité que des services intermittents et de peu de durée chaque fois, les piles peuvent suffire, autrement, pour des services continus, c'est-à-dire s'exerçant pendant plusieurs heures consécutives, pendant toute une soirée par exemple. Une expérience déjà longue nous a montré qu'il fallait absolument renoncer à ces générateurs qui sont tout à fait insuffisants, en même temps que trop onéreux comme entretien, sans parler de la manipulation continuelle de liquides corrosifs qu'ils exigent, amalgamation des zincs, etc.

Seules, les piles Leclanché peuvent donner satisfaction, de même que la pile au bichromate de soude à deux liquides et la pile à l'oxyde de cuivre.

Si l'on emploie les premières, nous conseillons de prendre une batterie de 12 grands éléments à sac, que l'on installera l'un à côté de l'autre sur une longue planche épaisse, posée sur des tasseaux. Avec des piles au bichromate, six ou huit éléments grand modèle suffisent. Dans le premier cas, on aura $12 \times 1,4 = 16$ volts de tension, et dans l'autre

$$8 \times 2 \text{ v.} = 16 \text{ volts.}$$

On pourra donc alimenter des lampes de 16 volts $\times$ 1 ampère, c'est-à-dire de 8 bougies, avec ces deux systèmes de piles.

La batterie sera déposée à la cave, dans un cellier ou tout autre endroit frais. Si, en même temps que des lampes, cette pile doit actionner d'autres appareils tels qu'allumoirs, sonneries, téléphones, etc., la force électromotrice serait

beaucoup trop élevée pour ceux-ci; aussi doit-on interposer sur le fil positif un commutateur à deux directions; les deux fils qui bifurquent à la sortie de ce commutateur se rendent, l'un à la borne de l'élément n° 4, l'autre à la borne n° 12. Pendant toute la journée on fonctionne avec le courant de 4 éléments, soit $4 \times 1,4 = 5 \text{ volts}$; la nuit venue, on pousse le commutateur et on marche avec la batterie complète.

Si, au lieu d'une batterie, il s'agit d'un groupe électrogène produisant l'éclairage direct, il sera bon d'installer ce

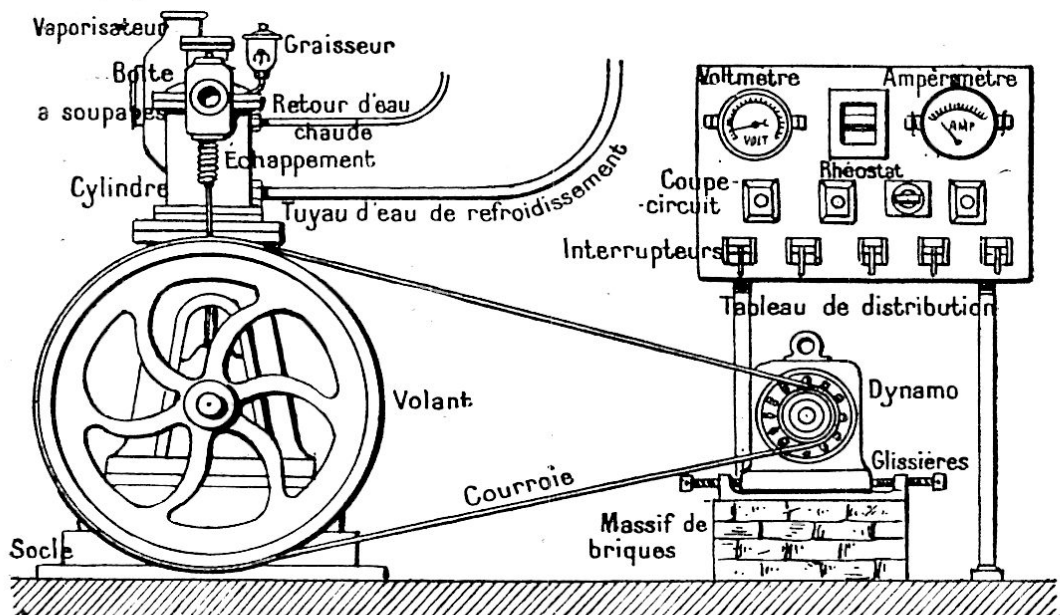


Fig. 18. — Station particulière d'éclairage électrique direct par moteur à pétrole.

groupe sur un massif en briques ou en maçonnerie (*fig. 18*), avec boulons d'ancrage, et sous un petit appentis spécial. Le tuyau d'échappement du moteur s'élèvera de 2 mètres au-dessus du toit et il pourra être muni d'une boîte, ou *silencieux*, pour l'étouffement du son. Le réservoir d'eau de refroidissement devra avoir une capacité de 250 litres par cheval-vapeur du moteur, la circulation du liquide s'opérant simplement par suite de la différence de densité existant entre l'eau froide et l'eau bouillante. Ce réservoir sera

disposé de façon à ce que l'accès en soit facile, pour le remplissage et le nettoyage.

Quand, au lieu d'un moteur à grande vitesse de rotation, permettant l'accouplement direct avec l'arbre de la dynamo, on a un moteur horizontal ou vertical à vitesse réduite, il faut, autant que possible, éviter les renvois de transmission, qui sont une cause de perte de force, par suite des frottements des arbres, et commander la poulie de la dynamo directement, en passant la courroie sur le volant du moteur. Si celui-ci présente un diamètre quatre fois plus grand que la poulie, et qu'il tourne à 450 tours par minute, la vitesse de rotation se trouvera augmentée dans le même rapport que les diamètres et l'induit de la dynamo tournera à raison de $450 \times 4 = 1\,800$ tours, ce qui est la vitesse des modèles de 1 à 5 chevaux.

Le gazogène, lorsqu'il s'agit d'un moteur à gaz pauvres, est ordinairement agencé à l'extérieur ou dans une partie séparée de la salle des machines. Il en est de même de la batterie d'accumulateurs, qui émet des vapeurs acides se condensant ensuite en gouttelettes sur les parties métalliques qu'elles oxydent et ne tardent pas à corroder profondément. On installe donc les éléments sur de fortes planches posées sur des madriers, en les faisant reposer sur des cales en porcelaine émaillée ou des *isolateurs* de même matière, sorte de godets en deux pièces, celle de dessus baignant dans de l'huile lourde de pétrole évitant les dérivations par le liquide épanché.

Pour protéger le bois des supports et les madriers contre l'action de l'acide sulfurique, ceux-ci sont badigeonnés d'une épaisse couche de goudron ou d'un produit analogue préservateur. La salle des accumulateurs sera bien aérée, afin d'éliminer les émanations d'hydrogène qui se produisent à la fin de la charge de la batterie.

Quel que soit le genre de moteur employé, la *salle des machines* est toujours complétée par le *tableau de distribution* (fig. 19), panneau de bois de chêne, d'ardoise ou de marbre fixé au mur par quatre scellements et portant tous les appareils de mesure du courant, de sécurité, de manœuvre

et toutes les connexions entre les machines et les circuits.

Il est essentiel de connaître à tout moment l'intensité et la tension du courant produit par la dynamo ou par la batterie d'accumulateurs. Ces indications sont fournies par l'*ampèremètre* et le *voltmètre* à cadran. La liaison entre la

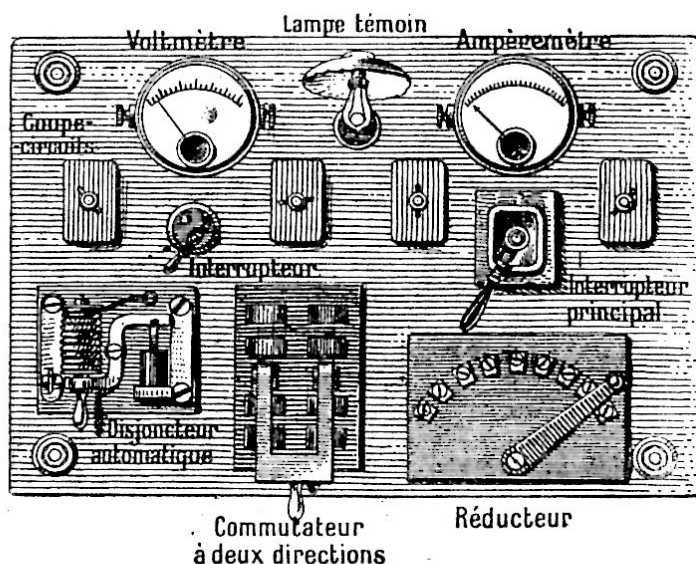


Fig. 19. — Tableau de distribution.

génératrice et la batterie est rompue ou rétablie, suivant le cas, par le jeu d'un *conjoncteur-disjoncteur* automatique. Les circuits sont protégés contre les décharges atmosphériques par des *parafoudres*, et contre l'élévation anormale de la tension par des *coupe-circuit* à fil fusible. Les *interrupteurs* et *commutateurs* jouent le rôle de robinets pour envoyer le courant dans telle ou telle direction, tel ou tel appareil. Enfin, le tableau est complété par les *rhéostats* ou *résistances de réglage*, indispensables pour la dynamo et les lampes à arc. La figure 19 montre la disposition d'un tableau de distribution de ce genre pour station électrique particulière.

Prix de revient du courant électrique. — C'est évidemment là une question fort complexe et à laquelle il est difficile de répondre autrement qu'approximativement, car, autant d'installations et autant de conditions différentes. Cependant on peut serrer la vérité d'assez près, et c'est ce que nous croyons avoir fait dans le tableau ci-dessous, pour la confection duquel nous nous sommes aidé des documents les plus récents.

En premier lieu, il faut évaluer la dépense de l'installa-

tion elle-même. Pour avoir des résultats comparables entre eux, nous supposons qu'il s'agit d'alimenter 100 lampes à incandescence de 10 et 16 bougies, 6 arcs, 4 petits moteurs domestiques de 1/2 cheval, en résumé de fournir tous les jours une quantité d'énergie électrique totale de 40 kilowatts-heure. Cette fourniture peut être opérée, soit *directement*, avec un moteur primaire de 8 chevaux-vapeur travaillant six heures par jour, ou *indirectement*, avec un moteur de 4 chevaux travaillant pendant dix heures à charger une batterie d'accumulateurs, puis fonctionnant concurremment avec cette batterie pendant les cinq heures les plus chargées de la soirée, si bien que l'énergie totale emmagasinée par les accumulateurs doit être de 23 kilowatts, ce qui correspond à des éléments de 400 ampères-heure.

1° Fonctionnement direct.

Turbine hydraulique pour basse chute.	2 850 fr.
Moulin à vent automoteur, mouvement rotatif.	5 800
Machine à vapeur locomobile.	4 600
Moteur à essence à grande vitesse (groupe électrogène).	2 700
— à pétrole lampant, commande par courroie	3 350
— gazogène à gaz pauvres	4 250

Voici maintenant le prix de l'installation avec batterie de 60 éléments de 400 ampères-heure et moteur de 4 chevaux :

2° Fonctionnement indirect.

Turbine hydraulique.	7 300 fr.
Moulin à vent	9 000
Moteur à essence	6 500
— à pétrole.	7 100

A ce prix, il faut ajouter celui du tableau de distribution, qui peut être évalué à 400 francs, du régulateur pour la turbine, du bâtiment abritant les machines, enfin de l'installation électrique et de l'appareillage, avec les conducteurs, que l'on peut compter à 15 francs par lampe en moyenne, soit de 50 à 150 francs par lampe, tout compris.

Le procédé le plus économique, ou du moins celui qui

exige le moins de frais d'installation est donc celui où il est fait usage du groupe électrogène à essence, puis vient le moteur hydraulique, le moteur au pétrole lampant et celui à gaz pauvres produits par un gazogène. Mais il n'en est plus de même si l'on considère le taux de production de l'énergie, ainsi que nous allons l'établir dans un autre tableau. Nous comptons le charbon à 50 francs la tonne, l'essence à 0 fr. 40 le litre, le pétrole à 20 francs l'hectolitre et le moteur à gaz pauvres à 3 centimes par cheval et par heure. Les moteurs tournent 6 heures par jour sans accumulateurs et 15 heures avec ceux-ci. La station fonctionne 350 jours par an, 15 jours de chômage étant prévus pour les réparations. Enfin, l'amortissement du capital dépensé pour l'installation est compté à raison de 10 pour 100. Ces données fournissent les résultats ci-dessous, pour cette production journalière de 40 kilowatts, soit 14 000 kilowatts par an :

Turbine travaillant directement sur le circuit	900 fr.
— avec batterie d'accumulateurs de 25 kilowatts-heure . .	1 250
Moulin à vent, travail direct.	950
— avec batterie.	1 350
Machine à vapeur locomobile, travail direct.	1 200
Groupe électrogène à essence, —	3 800
— avec accumulateurs.	5 500
Moteur à pétrole lampant de 8 chevaux, direct.	2 200
— 4 — avec accumulateurs.	3 200
Moteur à gaz pauvres de 8 chevaux, service direct.	1 500

Le kilowatt-heure revient donc aux frais suivants :

Turbine, emploi direct.	0,06 centimes,	avec accumulat.	0,09 centimes.
Vent, —	0,06	—	0,10
Machine à vapeur . . .	0,08	—	0,10
Moteur à essence. . . .	0,27	—	0,40
— à pétrole.	0,15	—	0,23
— à gaz pauvres. . . .	0,11	—	0,21

Il résulte donc, en dernière analyse, que la turbine hydraulique et le moulin à vent peuvent être placés sur la même ligne, puis viennent la machine à vapeur et le gazogène. Le moteur à essence est, de tous les systèmes, le plus coûteux ;

cependant, même grevé de l'entretien d'une puissante batterie, le prix de l'énergie n'est pas plus élevé que celui demandé par les secteurs de distribution à leurs abonnés. Il est vrai que nous n'avons pas tenu compte, dans ces évaluations, du salaire de l'ouvrier chargé de la surveillance et de la conduite de la station génératrice.

En ce qui concerne l'entretien des batteries de piles, nous dirons que la dépense est insignifiante avec les éléments au sel ammoniac, ce produit étant vendu très bon marché. L'usure du zinc est également assez lente. Les piles au bichromate sont plus onéreuses, et on peut estimer que la bougie-heure coûte plus d'un centime. C'est dire que ces générateurs ne sauraient être employés que pour des usages de peu de durée et de faible importance.

II. — L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DOMESTIQUE

Matériel à réunir pour l'éclairage électrique. — Puisque nous sommes sur la question de l'éclairage, épuisons ce sujet avant de parler des autres applications de l'électricité aux besoins de la vie domestique.

En ce qui concerne la production du courant, nous avons montré comment on peut agencer les machines génératrices et établir la station avec les instruments accessoires la complétant. Nous supposerons donc que cette station a été organisée, en choisissant, suivant les circonstances, le moteur qui paraît le plus convenable, et passerons à l'installation des appareils d'utilisation et des lignes de transport.

Lorsqu'on a pris la décision d'adopter l'éclairage électrique, en même temps que l'on fixe son choix sur le procédé de génération de cette énergie, on marque, sur les murs et au plafond, l'emplacement de chaque foyer lumineux avec l'indication de sa puissance en bougies (*fig.* 20 et 21). On dresse donc une liste analogue à celle-ci, avec les variantes

que comporte chaque installation, suivant la disposition des lieux à éclairer.

Extérieur.

2 lampes à arc de 5 ampères.

Intérieur.

CORPS DE BATIMENT PRINCIPAL

<i>Vestibule</i>	1 plafonnier, 3 lampes de 10 bougies.
<i>Petit salon</i>	— 3 —
—	2 appliques de 1 lampe de 16 bougies.
<i>Grand salon</i>	Lustre, 24 lampes-flamme 10 bougies.
—	2 appliques de 2 lampes de 16 bougies.
—	2 fausses bougies, lampes-flamme de 10 bougies au piano.
<i>Fumoir</i>	Plafonnier de 5 lampes de 10 bougies.
—	2 appliques de 2 lampes de 16 bougies.
<i>Salle à manger</i>	Suspension, 1 lampe 32 bougies, 9 lampes-flamme de 10 bougies.
—	4 patères avec lampes de 16 bougies.
<i>Cuisine</i>	2 tiges avec lampes de 16 bougies.
<i>Office</i>	2 tiges fixes, lampes de 10 bougies.
<i>W. C.</i>	1 patère, lampe de 10 bougies.
<i>Escalier</i>	2 patères, lampes de 10 bougies.
<i>1^{re} chambre à coucher</i>	1 lampe mobile 16 bougies, 3 prises de courant à broche, 1 plafonnier 3 lampes 10 bougies
—	1 plafonnier 2 lampes de 10 bougies.
<i>2^e chambre</i>	1 suspension à contrepoids 16 bougies, 1 applique 16 bougies.
<i>3^e chambre</i>	1 suspension à contrepoids 16 bougies, 1 applique 16 bougies.
<i>4^e chambre</i>	1 suspension à contrepoids 16 bougies, 1 applique 16 bougies.
<i>1^{er} cabinet de toilette</i>	1 plafonnier 2 lampes 10 b., 2 appliques 16 b.
<i>2^e —</i>	1 plafonnier 2 lampes 16 b., 2 appliques 16 b.
<i>Lingerie</i>	1 patère 16 bougies.
<i>Chambres de bonnes</i>	2 patères 10 bougies.
<i>W. C. du 1^{er} étage</i>	1 patère 10 bougies.
<i>Cabinet de travail</i>	1 lampe de bureau 16 b., 3 prises de courant.
—	Plafonnier avec 3 lampes 16 bougies.

DÉPENDANCES

<i>Loge du concierge</i>	3 lampes 16 bougies.
<i>Remise à auto</i>	2 lampes fixes 16 bougies, 1 baladeuse 16 boug.
<i>Serres</i>	3 lampes 10 bougies.
<i>Greniers</i>	2 lampes 10 bougies.
<i>Caves</i>	4 lampes 10 bougies.

Cette liste permet de se rendre compte que l'installation comprendra 100 lampes de 10 et 16 bougies et 2 lampes à arc de 550 watts. Toutes ces lampes étant allumées ensemble,

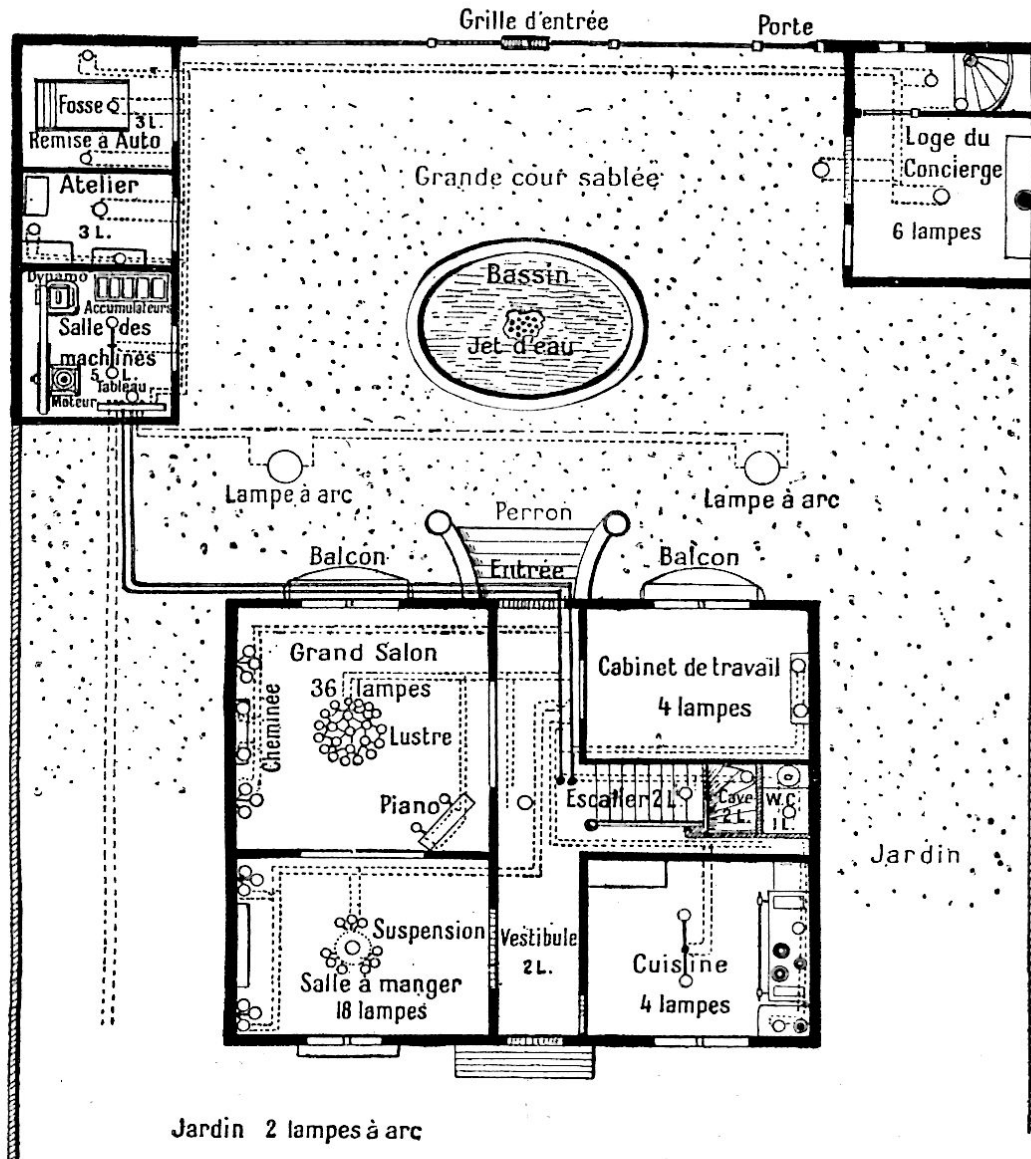


Fig. 20. — Plan d'une installation d'éclairage électrique dans un château (station particulière).

ce qui n'arrive que très rarement, la dépense d'énergie s'élèvera à 2 400 watts, ce qui nécessitera un courant d'une intensité maximum de 22 ampères, le chiffre habituel de 110 volts

étant admis pour la tension de distribution. C'est sur ce chiffre de 22 ampères que devra être calculée la section des conducteurs au départ de la station génératrice.

C'est d'après cette liste que l'on établira la commande d'appareillage en se référant aux catalogues des constructeurs pour choisir les modèles de bras de lumière, raccords,

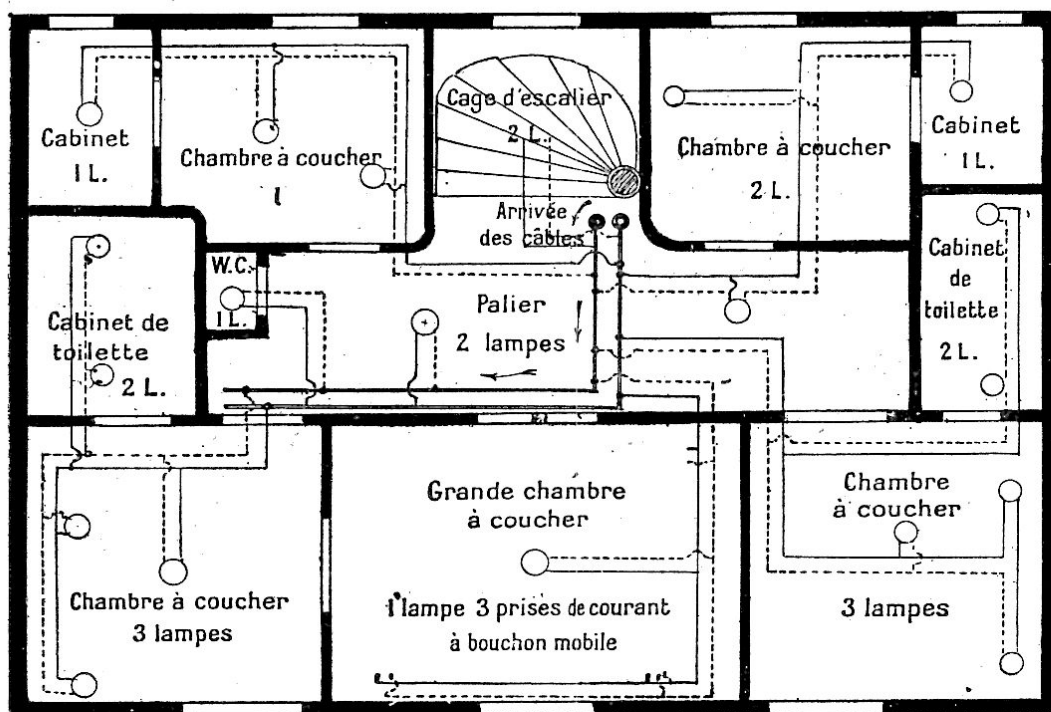


Fig. 21. — Installation d'éclairage dans un château. Distribution du premier étage.

appliques, patères, suspensions, tiges, etc., et la lustrerie ou cristaux.

L'appareillage de chaque lampe comprend : un support à douille, à vis ou à baïonnette, avec ou sans clé d'interruption, une griffe, une tulipe, coupe ou abat-jour en verre, cristal, porcelaine ou métal. Le support, qui est destiné à recevoir la lampe à incandescence, se visse sur la patère, le raccord, le tube articulé fixé au mur, ou il se suspend à une rosace fixée au plafond dans les suspensions à contrepoids mobile. Dans les lampes mobiles, le pied est plombé dans le but d'éviter tout danger de renversement; il est muni d'un

cordon souple, contenant les conducteurs, et terminé par une broche à ressort pouvant s'engager dans un bouchon de prise de courant.

Il faut prévoir autant d'interrupteurs et de coupe-circuit que l'installation comporte de lampes et de groupes de lampes.

Ce n'est que lorsque tout le matériel est réuni que l'on peut commencer utilement le travail de mise en place; de cette façon on n'aura pas à redouter d'être arrêté à tout instant dans la pose par le manque d'un appareil quelconque.

Calcul des conducteurs. — La section des conducteurs est proportionnelle, avons-nous dit, à l'intensité du courant les traversant, mais, comme il n'est pas toujours possible de suivre, par raison d'économie, cette proportion, on admet une perte ne devant pas toutefois dépasser 10 pour 100 sur toute la longueur du réseau. Le calcul repose sur les deux principes suivants: 1° On détermine la grosseur des conducteurs et les résistances intermédiaires, de manière à amener aux bornes des lampes un courant ayant un voltage égal à celui pour lequel ces lampes sont établies; et 2° la section des fils doit être telle que l'échauffement résultant de la résistance qu'ils opposent au passage du courant n'atteigne en aucun cas une valeur assez élevée pour compromettre la sécurité de l'isolement.

Supposons, pour donner un exemple numérique, qu'il s'agisse de déterminer le diamètre d'une canalisation à courant continu devant alimenter au maximum 100 lampes à incandescence de 16 bougies.

L'énergie absorbée étant comptée à raison de 2^{watts},5 par bougie décimale, chaque lampe consomme $16 \times 2,5 = 40$ watts, ou 4 kilowatts pour les 100 lampes allumées simultanément. Le voltage du courant étant fixé à 110 volts, l'intensité sera de 37 ampères, ou 0^{amp},37 par lampe.

Appliquons la loi d'Ohm au circuit formé par la dynamo, la canalisation et les lampes, en connaissant la perte de charge que l'on peut admettre à l'extrémité la plus éloignée

de la ligne, soit 10 volts. Cette perte de charge, due à la résistance éprouvée par le courant pour circuler, équivaut à $\frac{10}{0,37} = 3$ ohms. La longueur totale du conducteur, aller et retour, est de 240 mètres ou 24 000 centimètres. En désignant par s la section en millimètres carrés, par r la longueur de la ligne, par a le coefficient de résistance spécifique du cuivre, qui égale 1,6, la résistance totale de la ligne est indiquée par la formule :

$$R = \frac{a r 10^6}{s},$$

ou en chiffres :

$$s = \frac{24\,000 \times 1,6 \times 100}{3 \times 100\,000} = 0,0128 \text{ cent. carrés.}$$

Il faudra donc, pour transporter une intensité de courant de 37 ampères à la distance de 120 mètres de la dynamo, avec une perte totale de 10 volts pendant le trajet, un fil ayant une section de 13 millimètres carrés (en nombre rond), ce qui correspond à un câble de 7 fils de 1 millimètre et demi de diamètre, ou à un fil unique de 4 millimètres. Ce fil ou ce câble pèse environ 120 à 130 kilos le kilomètre et coûte de 800 à 1 800 francs, suivant la nature de l'isolant qui le recouvre.

Le chiffre généralement adopté pour l'intensité du courant à laisser circuler dans des fils recouverts d'isolant est de 2 à 3 ampères. La perte maximum que l'on peut admettre est fixée à 10 pour 100, la dynamo fournissant une tension de 120 volts pour alimenter convenablement les lampes de 110 les plus éloignées. Ces deux valeurs étant connues, on détermine la section du conducteur, et, suivant le cas et la nature des locaux où les fils et câbles doivent être tendus, on détermine l'épaisseur à donner à l'isolant.

Chaque branchement secondaire doit être calculé comme il vient d'être indiqué pour l'artère principale, en maintenant dans chacun de ces branchements la même densité de courant. Les lampes à incandescence consommant une intensité de $1/4$ ou $1/3$ d'ampère seront branchées sur des

fils de 8, 10 ou 12 dixièmes de millimètre, recouverts d'isolant et d'un guipage de coton ou de soie. Toutefois, ce dernier textile, plus coûteux, n'est guère usité que pour la confection des cordons souples. Les câbles et fils de première importance sont recouverts d'une couche de gutta, de rubans Chatterton et d'une tresse extérieure. Quand le local où ces conducteurs doivent être déposés est extrêmement humide, ou encore à l'air libre, on peut faire usage de conducteurs *sous plomb* enfermés à l'intérieur d'un tube ou d'une gaine de ce métal qui les entoure complètement.

Supports de conducteurs. — Les lignes de conducteurs reposent sur des supports en matière isolante ayant pour but d'éviter toute déperdition d'électricité dans les murs ou dans le sol. La forme de ces supports est assez variable, mais la matière première est toujours la porcelaine émaillée qui répond à toutes les exigences du problème.

La figure 22 représente quelques-uns des types d'isolateurs choisis parmi les plus communément employés, et qui sont la

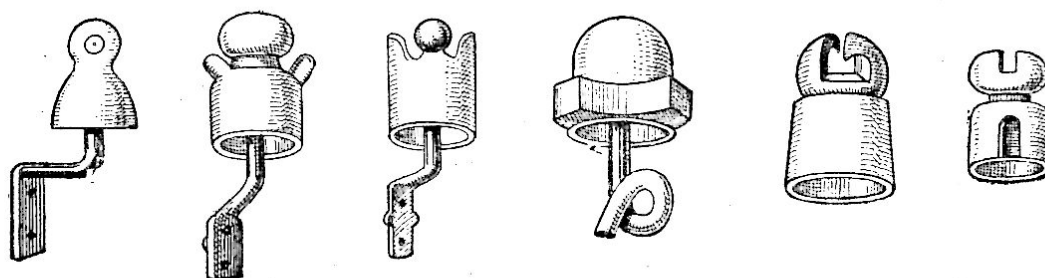


Fig. 22 — Isolateurs en porcelaine émaillée formes diverses (cloches simples).

poulie, basse et à embase, la cloche simple et la cloche cylindrique à oreille, les taquets et les pipes d'entrée de poste, en deux pièces et analogues aux modèles employés pour la télégraphie.

A l'extérieur, ces isolateurs sont reliés, par l'intermédiaire de consoles ou de pattes de scellement, aux murailles ou à des poteaux en sapin injecté, solidement implantés dans le sol. A l'intérieur, on ne fait usage que de poulies ou de

taquets fixés contre les murs par des clous tamponnés, et les différents fils sont tendus correctement près du plafond, bien parallèlement et à une petite distance les uns des autres.

Au lieu d'isolateurs en porcelaine, on fait encore usage, dans les maisons, d'un procédé qui rend leur présence inutile. On cloue, à une petite distance de la corniche, une planchette creusée d'autant de rigoles que l'on a de fils à poser. Ceux-ci sont tendus dans ces rigoles, et la planchette est ensuite recouverte d'un couvercle mouluré ou plan, sur lequel on applique la tapisserie ou le papier de tenture qui dissimule ainsi complètement la présence des fils.

Au lieu de moulures, on fait encore usage de tubes en cuivre mince (laiton), ou en carton bituminé moulé. Cette dernière substance, isolante et imperméable, a été préconisée par l'électricien Bergmann; elle permet d'établir des canalisations invisibles et protégées contre toutes les causes possibles de détérioration. Ces tubes, avec leurs boîtes de jonction, se fixent aux murailles à l'aide de clous à collier analogues à ceux dont on fait usage pour la pose des tuyaux de gaz.

Choix du genre de brûleurs. — S'il est exact, comme l'affirment certains économistes, que l'on peut déduire le degré de civilisation d'un peuple d'après la façon dont il s'éclaire, il faut reconnaître que nous avons singulièrement progressé depuis un siècle, car des sources lumineuses incomparablement supérieures aux lumignons fumeux du vieux temps se disputent maintenant nos préférences. Successivement avec la lampe Carcel, le pétrole, le gaz de houille, le chalumeau oxhydrique, le manchon à incandescence, l'acétylène et l'électricité, l'art de l'éclairage s'est complètement transformé. Mais quels que soient les avantages propres à chacun de ces luminaires, la lampe électrique mérite d'être mise hors de pair. Dans les usages domestiques, notamment, il est facile d'établir qu'aux points de vue de la commodité, de la propreté, de l'hygiène et de la sécurité, rien ne saurait lui être comparé, et cette supériorité peut aisément être mise en évidence.

La lumière électrique peut être obtenue par deux moyens différents : soit en utilisant le phénomène de l'*arc voltaïque*, découvert en 1807 par l'illustre chimiste anglais Davy, soit en mettant à profit un phénomène d'un autre ordre : celui de l'échauffement d'un conducteur très résistant par le passage du courant, échauffement qui peut être porté à un point suffisamment élevé pour que le conducteur arrive à l'incandescence et répande ainsi une vive lumière.

Mais ces deux classes d'appareils méritent un instant d'attention, et nous allons résumer en deux paragraphes ce qu'il peut être utile de connaître à leur sujet.

Lampes à arc. — Lorsqu'on vient à écarter de quelques millimètres l'une de l'autre les pointes de deux crayons de charbon de cornue, préalablement amenés au contact, et reliés aux bornes d'une source quelconque d'électricité fournissant des courants continus ou alternatifs, il jaillit entre les pointes de ces crayons une lumière extrêmement vive et que l'on appelle l'*arc voltaïque* (1).

Mais à mesure que le fonctionnement se poursuit, les charbons, se trouvant à l'air libre, se consomment, celui qui est en rapport avec le pôle positif en quantité double de l'autre, et bientôt, l'écart entre les pointes étant devenu trop grand, l'arc s'éteint, et il faut ramener les charbons au contact pour produire le rallumage.

Il est donc de toute nécessité, pour assurer la permanence de la lumière, de disposer d'un mécanisme automatique capable de produire l'écart voulu entre les pointes, et qui dépend de la tension du courant électrique, et de maintenir cet écart constant malgré les variations accidentelles qui peuvent survenir dans l'intensité de ce courant.

Ce mécanisme est basé le plus ordinairement, sur l'influence produite par un champ magnétique sur un noyau de fer doux mobile, dans le vide central d'une bobine entourée d'un gros fil ou d'un fil très fin, parcouru par la totalité ou une partie seulement du courant d'alimentation. Dans le premier sys-

(1) *Voltaïque* : en l'honneur du physicien Volta.

tème, le déplacement du noyau ou de l'armature mobile sert quelquefois à provoquer le déclenchement d'un mouvement d'horlogerie qui tend à rapprocher les deux charbons, comme par exemple dans le premier modèle de régulateur de Foucault. Mais, le plus souvent, on préfère combiner les avantages des deux procédés, employer une bobine recouverte de gros fil et une entourée de fil fin, celle-ci branchée en *dérivation*. On a ainsi une lampe *différentielle*, dont le fonctionnement est très régulier.

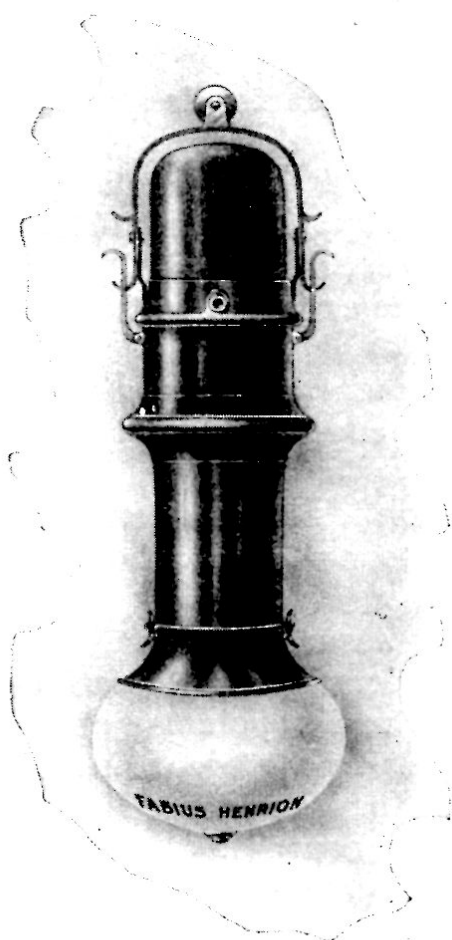
Un arc normal exige un courant ayant une tension de 36 volts. Si l'on dépasse par trop ce chiffre, l'arc s'allonge, devient violet et flambe avec un sifflement particulier en brûlant rapidement le charbon positif. Or, les stations centrales distribuant généralement le courant sous une tension de 110 volts, il en résulte qu'il faut accoupler les lampes à arc par série de deux au moins en tension et d'absorber le surplus du voltage par une résistance additionnelle. Mais cette dernière disposition, qui absorbe en pure perte une certaine quantité d'énergie, peut être évitée en montant trois arcs en série. On utilise ainsi le voltage total :

$$36 \text{ volts} \times 3 = 108 \text{ volts.}$$

Dans le but de diminuer la dépense résultant de l'usure des charbons, usure qui peut atteindre 8 centimètres par heure

Fig. 23. — Lampe à arc-flamme.

à l'air libre, si bien qu'on est obligé de les remplacer au cours d'une longue soirée, on a imaginé d'enfermer les charbons à l'intérieur d'un manchon de cristal, à fermeture



étanche à la partie inférieure et garni en haut d'un tampon métallique empêchant l'air de pénétrer (*fig. 23*). L'arc obtenu avec 80 volts a une longueur d'environ 8 millimètres, le surplus du voltage étant absorbé par une résistance. Les charbons brûlant ainsi dans une atmosphère d'acide carbonique peu propre à entretenir la combustion, ils ne s'usent que très lentement, et leur durée peut atteindre 150 à 200 heures, ce qui permet de réaliser une sérieuse économie.

L'arc dit « en vase clos » (*fig. 24 et 25*) a été rendu pratique par l'Américain Jandus ; il existe aujourd'hui de très bons modèles basés sur ce même principe, et nous devons tout particulièrement signaler, pour les usages domestiques, la lampe de Bénard, que l'on peut considérer comme extrêmement économique. En effet, elle fournit la bougie décimale avec une dépense inférieure à 1 watt, et l'usure du charbon n'est que de 14 millimètres par heure. Enfin, il existe des modèles de petites dimensions, consommant 2 ampères, soit 200 watts environ, dont les charbons durent de 16 à 20 heures, et qui sont d'un prix très modique, les rendant applicables pour tous les intérieurs.

Un autre type de lampe à arc qui tend à prendre une grande extension, en raison du très haut rendement lumineux qu'il procure, est ce que l'on appelle l'*arc-flamme*, dont M. le professeur Blondel a fait une étude approfondie. Cette lampe, dont la figure 23 représente un modèle construit par les ateliers Fabius Henrion, de Nancy, emploie des charbons fortement minéralisés, fournissant un arc flambant et cepen-

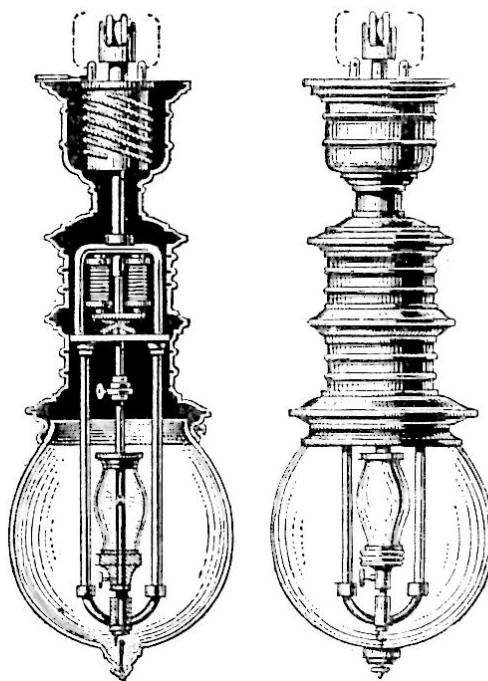


Fig. 24 et 25. — Lampe à arc en vase clos : coupe et élévation extérieure.

nant très stable. La lumière produite est dirigée vers le sol et aucune des radiations n'est perdue; enfin on obtient, avec la même dépense d'énergie, au moins trois fois plus de lumière par ce procédé qu'avec l'arc ordinaire brûlant à l'air libre.

Un système récent est ce que l'on appelle l'*arc au mercure*. Il consiste en un tube vide d'air et contenant des traces de mercure qui, sous l'influence du passage du courant, se vaporise en produisant une lumière verdâtre assez intense. Les lampes à vapeur de mercure consomment très peu; cependant elles n'ont pas eu grand succès, car elles répandent une lueur plutôt funèbre.

Le mécanisme des lampes à arc est ordinairement *nu*, c'est-à-dire maintenu dans une cage métallique laissant tous les organes apparents. Elles doivent donc être complétées par un *habillage* dont le luxe et la décoration correspondent à la richesse des ameublements ou au style des façades lorsque les lampes sont destinées à l'éclairage extérieur.

Cet habillage se compose donc, en premier lieu, d'une *enveloppe* en tôle vernie ou en zinc repoussé, dans l'intérieur de laquelle se loge le mécanisme du régulateur, puis d'un *abat-jour* réflecteur également en métal, ou d'un *globe* en cristal strié, dépoli ou opaline, mobile le long de deux tringles à coulisse et entouré d'un treillis métallique s'opposant à tout accident en cas de rupture de verre. Le diamètre de ce globe est variable, suivant la puissance éclairante de la lampe. On lui donne aussi une forme ovoïde ou hémisphérique, le bord du globe étant maintenu par une couronne en cuivre estampé ou en bronze. Le *cendrier*, en opaline, est accroché au-dessous du globe et il est destiné à recevoir, dans les arcs à air libre, les débris de charbons enflammés qui pourraient tomber sur le sol et causer des accidents.

La lumière, blanche et vive de l'arc voltaïque, tamisée par un globe opalin, est plus agréable que celle des lampes à incandescence, et elle convient particulièrement aux intérieurs luxueux et aux pièces d'une grande capacité, surtout enfermée à l'intérieur d'un lustre.

Lampes à incandescence. — Cette lampe a été inventée, comme on sait, par Edison en 1878; elle met à profit le phénomène d'échauffement qui se produit dans un conducteur résistant traversé par un courant. Ce conducteur est un fil de charbon, fabriqué par des procédés spéciaux et en-

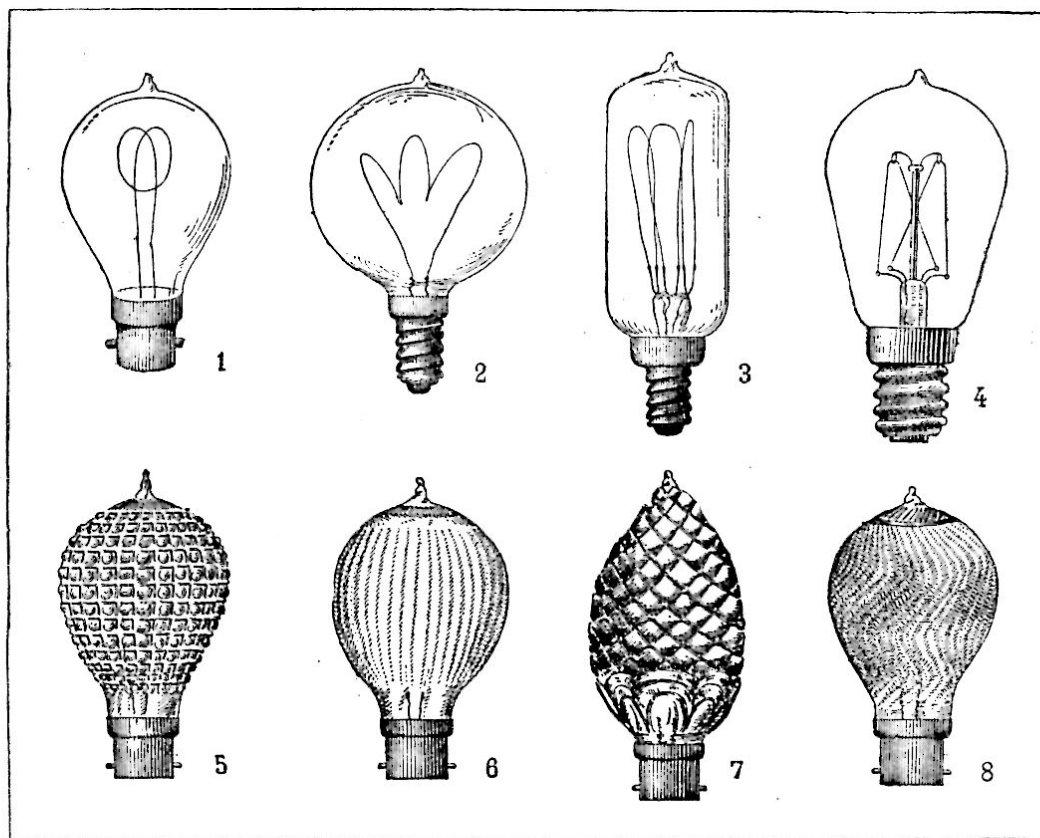


Fig. 26 à 33. — Lampes à incandescence à filament de carbone et métallique, formes diverses.

fermé à l'intérieur d'une ampoule en cristal à l'intérieur de laquelle on opère le vide à l'aide d'une pompe à mercure. Le courant est amené au filament de charbon, à travers le cristal de l'ampoule, laquelle est montée sur un *culot* en matière isolante : plâtre, vitrite, etc., par des connexions en platine et des fils de cuivre.

La forme de l'ampoule est très variée (*fig.* 26₁ à 29₄); la plus commune est celle d'une poire allongée et à base large, mais on en fait aussi d'aplaties comme un oignon, de

sphériques, de cylindriques (lampes-tubes) et d'ovoïdes, celles-ci dites *lampes-flammes*. Le cristal de ces ampoules peut être clair, demi-dépoli ou entièrement dépoli, coloré de diverses teintes ou même verni. Il peut être travaillé de manière à présenter des facettes, des ondulations, des côtes, des spirales, des pois. Les lampes *torses* et *diamantées* font également beaucoup d'effet (*fig. 30_s à 33_s*).

Suivant la longueur et la section du filament de charbon, les lampes à incandescence peuvent dégager plus ou moins de lumière et convenir à tel ou tel voltage, depuis 2 volts jusqu'à 250 volts. Les fabricants étalonnent leurs produits au moyen d'un photomètre, et chaque lampe porte une petite étiquette collée sur laquelle sont inscrits deux chiffres : l'un indiquant l'intensité lumineuse exprimée en bougies décimales, l'autre le nombre de volts nécessaire pour obtenir cette quantité de lumière, par exemple :

110
16

qui signifie que la lampe portant cette étiquette doit être placée sur un circuit à 110 volts et qu'elle donnera alors 16 bougies.

La consommation spécifique de la lampe à incandescence à filament de charbon, ou, en d'autres termes, la quantité d'énergie électrique dépensée pour lui donner son éclat normal, est d'environ 3 watts par bougie. Toutefois, il est possible de réduire de près d'un tiers cette consommation en *poussant* la lampe, c'est-à-dire en la faisant fonctionner sous un voltage plus élevé que celui pour lequel elle a été fabriquée, de manière à porter son filament au blanc éblouissant. En montant ainsi des lampes étalonnées, 105 volts 10 bougies sur des distributions à 110 volts, on obtient 16 bougies de lumière, et la dépense n'est pas supérieure à 2 watts par bougie, mais le filament ainsi poussé n'a qu'une durée restreinte. Alors qu'en admettant une dépense de 4 watts par bougie, la lampe dure de 1 000 à 1 200 heures, au régime de 2 watts cette vie est notable-

ment abrégée et ne dépasse pas 300 heures. Mais les ampoules sont vendues aujourd'hui à si bon marché que l'on a tout avantage à agir ainsi et à diminuer leur durée : on réalise ainsi une sérieuse économie sur la quantité d'énergie dépensée pour obtenir en définitive la même quantité de lumière.

Depuis quelques années, la lampe à incandescence à filament de carbone est fortement concurrencée par les

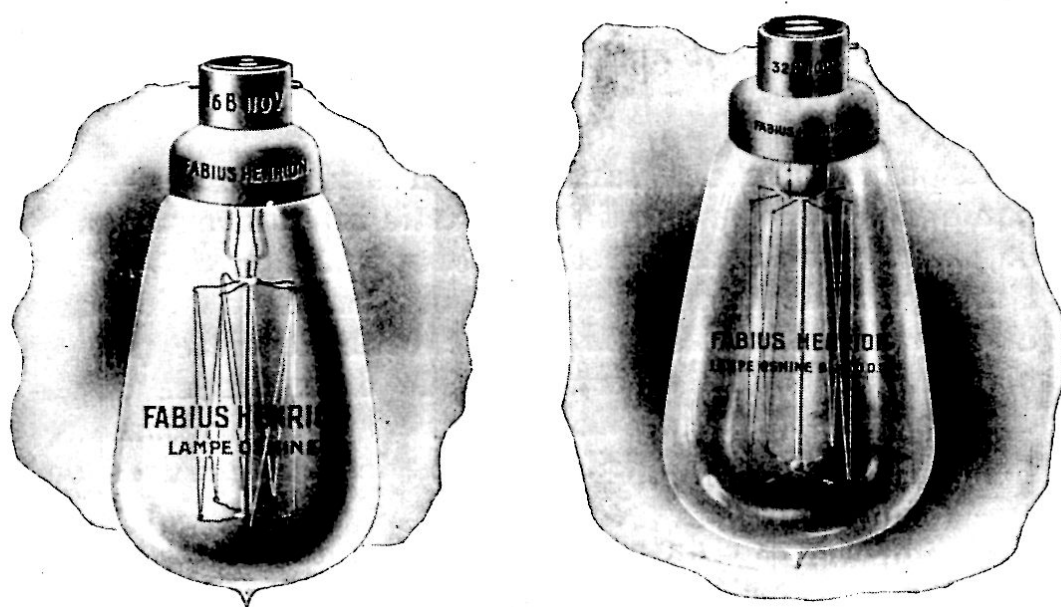


Fig. 34 et 35. — Lampes à filament métallique « Osmine ».

nouvelles lampes à filament métallique, dont la consommation d'énergie est bien moindre à égalité de lumière produite. Ainsi, alors que l'on compte une dépense de 4 volts par bougie avec la première, et 2 wats 5 si la lampe à filament de carbone est *poussée*, les lampes à filament de métal ne consomment que 1 watt ou 1 watt 5 au plus. La différence est donc remarquable.

Ce sont les électriciens Siemens et Halske qui ont fourni au commerce les premières lampes à filament de tantale, dont l'apparition a causé une véritable révolution dans l'éclairage électrique par incandescence. Dans la suite ont paru les lampes à filament d'osmium, puis de tungstène,

ou wolfram, métaux dont le point de fusion est très élevé et que l'on est parvenu à étirer en fils extrêmement fins et déliés ou à fabriquer par différents procédés qui s'améliorent de jour en jour. Parmi les systèmes les plus connus et les plus justement estimés, il convient de citer en tout premier rang la *Sirius-Kolloïd* fabriquée par la maison Pintsch, puis ceux connus sous les noms d'*Osram*, *Osmine* (fig. 34 et 35), *MS*, *Z*, *Canello*, etc.

Les lampes à filament métallique se construisent pour tous voltages de 2 à 150 volts, et de toute intensité lumineuse, de 5 à 300 bougies, de même que les lampes à filament de charbon.

Appareillage des lampes à incandescence. — L'ampoule de cristal est sertie à sa partie inférieure sur un bloc de plâtre ou autre matière isolante appelée le *culot*, entourée d'une gaine de laiton. Il existe deux formes de culots : celle dite à *vis* et celle dite à *baïonnette*, cette dernière plus employée que l'autre et composée de deux tenons disposés dans le prolongement l'un de l'autre, suivant le diamètre du culot, et destinés à pénétrer dans les échancrures de la douille de support.

Pour la facilité du montage, les culots des lampes sont d'une longueur et d'un diamètre uniformes, quelle que soit la puissance lumineuse des filaments. Il en est de même des douilles qui sont fixées à l'extrémité des bras de lumière ou raccords servant de supports aux lampes, et la base taraudée de cette douille possède également le même pas de vis, ce qui rend toutes ces pièces interchangeables.

Les connexions entre le filament et les fils de circuit sont opérées à l'intérieur de la douille par l'intermédiaire de petits pistons munis de ressorts à boudin, montés sur une pastille de porcelaine. La tête de ces pistons appuie sur les plots, arasés au niveau du culot et reliés au filament incandescent, en même temps que les embases de ces pistons portent des écrous serrant l'extrémité des fils d'amenée du courant.

Il existe des modèles de douilles s'appliquant à toutes les

circonstances de la pratique. Citons les douilles à spirale élastique, celles à clé interruptrice, celles à socle d'ébonite pour installations dans les locaux humides, celles à capuchon pour soutenir un abat-jour, etc.

Les douilles sont vissées sur des *raccords* de forme très variable, suivant que la lampe doit être posée sur un support horizontal (table, console), accrochée au mur ou suspendue au plafond. Dans le premier cas, ces douilles sont montées sur une *patère* plombée avec ou sans intermédiaire d'un tube.

Les bras de lumière, destinés à être agencés en appliques, présentent des formes variées; ils sont souvent recourbés en S et vissés ou montés à genouillère sur des patères fixées aux murs.

Les raccords pour plafonds sont munis d'autant de tubes filetés qu'ils doivent recevoir de lampes. Ils peuvent donc comporter de deux à cinq pas de vis, suivant le cas. Lorsqu'il s'agit de monter les lampes sur des appareils d'éclairage au gaz que l'on ne veut pas enlever, on fait alors usage de tubes-raccords à étrier ou à anneau.

L'accessoire indispensable pour maintenir en place l'abat-jour ou la tulipe de cristal entourant la lampe à incandescence est ce que l'on appelle la *griffe*, dont le modèle le plus simple est formé d'une bague portant à sa circonférence trois branches recourbées dont l'une est pourvue d'une griffe de pression. Ces griffes présentent aussi des formes variées, avec branches plates, arrondies, estampées, ornées de rinceaux et de rosaces, c'est-à-dire depuis le type le plus rudimentaire et le meilleur marché jusqu'aux modèles de luxe s'assortissant aux mobiliers et aux tentures les plus riches.

Pour concentrer le rayonnement des lampes, on les garnit d'un abat-jour en tôle émaillée, avec ou sans collerette, de forme plus ou moins conique et évasée, émaillée blanc en dessous et vernie en vert foncé en dessus. L'abat-jour sans collerette est enfilé sur la douille de la lampe; il est appliqué sur la partie large du support à l'aide d'une pince de serrage. L'abat-jour à collerette est percé comme le précédent d'un trou central, mais il est maintenu par une griffe à trois

branches. Les deux modèles conviennent pour l'éclairage des vestibules et remplacent les plafonniers.

On préfère souvent comme abat-jour des réflecteurs en verrerie. Le modèle le plus simple est la *coupe* conique en dôme ou en coquille, puis viennent les *tulipes* à culot dépoli, en cristal craquelé, en verre rose ou vert, en opaline, les tulipes à feuilles dépolies, etc. On peut dire qu'il y en a pour tous les goûts et pour toutes les bourses.

Les supports de lampes à incandescence sont aussi variés que les cristaux entourant celles-ci. Énumérons les lampes portatives, simples et doubles, pour bureaux, avec bouchons de prise de courant à broche, les suspensions à contrepoids, les appliques, les plafonniers, etc.

Appareillage de manœuvre et de sécurité. — Les appareils d'éclairage sont complétés par les dispositifs permettant de faire passer le courant dans les circuits ou l'interrompre, de le diriger dans tel ou tel appareil suivant les besoins, ou de préserver les lampes contre les élévations anormales des constantes du courant. Ces dispositifs sont les *interrupteurs*, les *commutateurs* et les *coupe-circuit*.

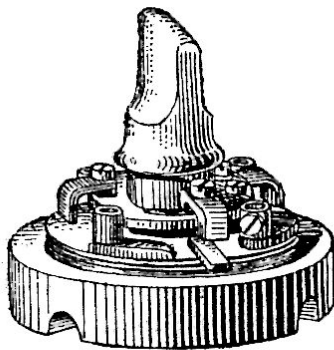


Fig. 36. — Interrupteur à bouton pour 1 à 5 lampes, socle en porcelaine blanche ou décorée.

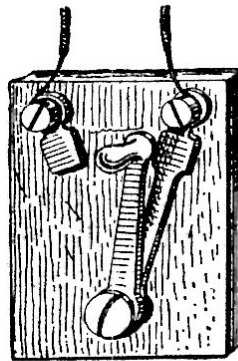


Fig. 37. — Interrupteur compas avec socle en bois verni.

Il faut un interrupteur et un coupe-circuit général pour chaque branchement comportant un certain nombre de lampes, et il faut un interrupteur et un coupe-circuit individuel pour chaque lampe.

Les *interrupteurs* de branchement sont *bipolaires* et intercalés sur les deux fils d'amenée du courant, comme du reste les coupe-circuit. Les interrupteurs particuliers sont *unipolaires* et

interposés sur le trajet d'un seul fil. Ils présentent la forme d'un bouton, avec socle et couvercle en porcelaine blanche ou décorée (*fig. 36*), en ivoirine, faïence, bois ciré ou verni, etc. Le bouton poussoir peut être remplacé par une clé mobile de droite à gauche. La rupture s'opère brusquement par le jeu de ressorts de rappel dégageant la pièce de contact.

Les *commutateurs* ont pour but de faire passer le courant venant de la canalisation à volonté dans différents circuits. Le conducteur d'amenée, dans les modèles unipolaires, est donc relié au pivot d'une manette qui peut se déplacer de manière à venir en contact avec une série de plots disposés suivant la circonférence d'un socle circulaire en matière isolante, et dont chacun porte un fil se rendant à un appareil distinct qui peut être ainsi alimenté à l'exclusion des autres. Ajoutons que l'on construit également des commutateurs bipolaires pour courants de toute intensité et voltage.

Les *coupe-circuit* sont des appareils de sécurité protégeant les appareils contre toute détérioration due à une augmentation accidentelle d'intensité du courant. Ils se composent d'un fil, d'une barrette ou d'une lame de plomb serrée entre deux vis ou deux mâchoires sur un support en matière isolante en porcelaine, le plus souvent fermé par un couvercle métallique, en porcelaine ou en bois garni d'une vitre. Si l'intensité vient

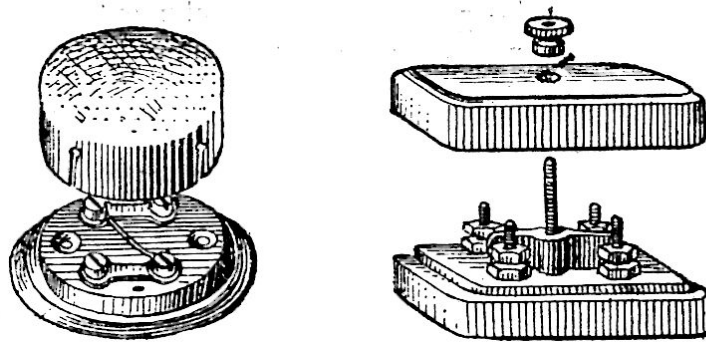


Fig. 38 et 39. — Coupe-circuit unipolaire et bipolaire.

à dépasser subitement, pour une raison quelconque, le chiffre normal, le plomb fond et le circuit étant rompu, les canalisations et les lampes sont préservées; il suffit pour remettre les choses en état de placer un autre plomb (*fig. 38 et 39*).

Conditions à remplir dans une installation particulière. — On peut, pour les installations indépendantes, c'est-à-dire non reliées à des secteurs, établir toutes les canalisations à l'intérieur des pièces, en câbles souples assortis comme nuances à la décoration de chacune de ces pièces. C'est là un procédé élégant, économique et offrant toute garantie d'un isolement suffisant. On réservera les moulures pour les seuls dégagements et les sous-sols bien secs. Dans les locaux humides, les fils et câbles isolés à deux couches

de caoutchouc seront tendus sur des poulies en porcelaine.

Les canalisations dans le sol seront établies avec des câbles bien isolés (*fig. 40 et 41*), protégés par une enveloppe en plomb et en feuillard, ou avec des câbles nus posés

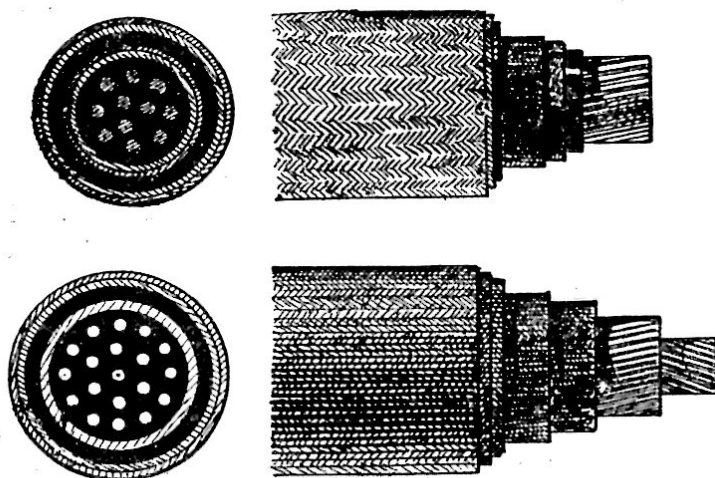


Fig. 40 et 41. — Câbles à fort isolement pour canalisations souterraines.

sur des cloches en porcelaine émaillée à l'intérieur de caniveaux en ciment bien étanches. Les canalisations aériennes à basse tension peuvent être constituées par des fils nus, supportés par des isolateurs à double cloche en porcelaine d'un modèle éliminant la goutte d'eau.

Les interrupteurs seront simples, soignés et robustes. Simples, c'est-à-dire composés d'un nombre de pièces restreint, afin de diminuer les chances de dérèglement. Soignés et robustes, afin que leur usage n'entraîne pas de détérioration. En outre, la rupture de contact entre les pièces opérant les connexions doit être aussi brusque que possible, afin de réduire l'étincelle qui use rapidement les interrupteurs à bon marché en altérant les surfaces mises en rapport, et qui s'écartent ensuite les unes des autres. C'est pourquoi ces sur-

faces doivent être toujours parfaitement propres et brillantes, ainsi que convenablement calculées pour l'intensité du courant, dans le but d'éviter tout échauffement nuisible.

Les coupe-circuit, dont le but est, comme nous l'avons dit, de protéger les différents branchements d'une canalisation, sont indispensables ; leur construction doit être l'objet d'un soin particulier puisque la sécurité de l'installation repose en grande partie sur eux.

Ils doivent être proportionnés à l'intensité du courant et placés sur les deux conducteurs, à chaque changement de section.

Mais il ne suffit pas que les câbles et fils soient bien isolés, les interrupteurs parfaits et les coupe-circuit en nombre suffisant, il faut encore que l'isolement général de l'installation soit très bon.

Cette qualité dépend beaucoup des monteurs chargés du travail et de la surveillance exercée. Un seul point défectueux suffit à compromettre cette qualité.

Les épissures et ligatures seront bien faites et les parties mises à nu recouvertes d'une couche de caoutchouc au moins équivalente à celle des conducteurs eux-mêmes.

Les fils sous moulures ne seront pas serrés dans les rainures afin d'éviter l'écrasement de leur isolant.

Les câbles souples seront maintenus par des isolateurs en os qui les laisseront libres sans les couper ni les comprimer.

Dans les traversées de murs ou de planchers, chaque fil sera entouré d'un tube de caoutchouc constituant une protection électrique et mécanique supplémentaire, et les percements seront garnis de fourreaux en cuivre lisse, afin d'éviter le contact de l'enveloppe isolante et de la paroi rugueuse de la maçonnerie.

Enfin, l'installation entière sera protégée par un coupe-circuit général et commandée par un interrupteur permettant de décharger le réseau intérieur, dans le cas où les lieux resteraient inhabités quelque temps.

Mise en place d'une installation d'éclairage. — On commence par réunir à pied d'œuvre tout le matériel à em-

ployer, et dont on a dressé la liste, c'est-à-dire les conducteurs de toute dimension, câbles et fils principaux de branchement et de lampes, puis l'appareillage : raccords, bras, patères, appliques, chandeliers, suspensions, rosaces, interrupteurs, commutateurs, coupe-circuit ; puis les moulures avec leurs couvercles, ou les tubes avec leurs boîtes de raccord et enfin les isolateurs, les cavaliers, les taquets, etc. Les lampes et la lustrerie sont conservées à part dans leur emballage.

Une fois tout le matériel rassemblé, après avoir vérifié d'après la liste si rien ne manque, on peut commencer le travail de pose.

En premier lieu, l'emplacement de chaque lampe ou groupe de lampes étant marqué, on exécute les percements de murs et on procède au scellement des tampons, qui devront supporter les isolateurs et les appareils. Ce travail préparatoire une fois achevé, on prend une couronne de fils, on la déroule depuis la salle des machines ou la prise de courant et on tend ce fil sur les supports : poulies, cloches ou taquets en porcelaine, ou dans les rainures de la planchette moulurée que l'on a clouée au mur.

Quand il est nécessaire de réunir deux fils, soit bout à bout, soit sur la longueur de l'un deux, pour opérer une jonction ou un branchement, on commence par dégarnir de leur enduit isolant et du guipage du coton qui les entoure les extrémités des fils à réunir. Si le diamètre de ces conducteurs ne dépasse pas 2 millimètres et qu'il s'agisse de les réunir bout à bout, on exécute ce que l'on appelle une *torsade espagnole*, c'est-à-dire qu'au moyen d'une pince plate on tord chaque fil de cuivre en hélice autour de l'autre, en leur faisant accomplir à chacun, alternativement, un demi-tour autour de l'autre, en leur conservant pendant tout ce travail une inclinaison de 45 degrés, comme l'indique la figure 44. Lorsque le diamètre est supérieur à 2 millimètres, on dénude chaque fil sur 4 ou 5 centimètres de long, on râcle le cuivre du conducteur avec un couteau jusqu'à ce qu'il soit devenu bien brillant, puis on accole les fils l'un contre l'autre et on les entoure d'une ganse serrée faite avec un fil de cuivre

de 5 dixièmes, en ayant soin que toutes les spires se touchent (*fig. 43*). L'enroulement achevé, pour assurer une liaison inébranlable des conducteurs mis en rapport, on procède à la soudure à la résine de la jonction, que l'on maintient, pendant la durée de cette opération, entre les mâchoires serrées d'un petit étau à main. Quand il s'agit de réunir à un câble formé d'un toron de 7 ou 9 fils un fil secondaire de 16 à 24 dixièmes (*fig. 44 à 47*), on commence par dégarnir de son isolant et de son guipage le câble sur une longueur de 6 à 8 centimètres, et, le cuivre mis à nu, on le passe à la toile d'émeri pour qu'il soit bien brillant. On agit de la même



Fig. 42. — Jonction de deux gros fils de cuivre.



Fig. 43. — Jonction par torsade.

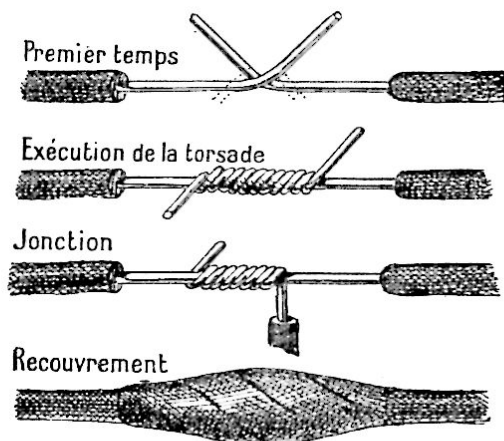


Fig. 44 à 47. — Joints et branchements de fils.

façon pour le conducteur secondaire, et, cela fait, on écarte en deux parties égales les brins composant le conducteur, et on les roule en spires serrées autour de chaque portion du câble. Comme précédemment, on complète la jonction par une soudure à la résine, jamais à l'acide.

La soudure une fois refroidie et la solidité de la jonction reconnue, on enlève les bavures à la lime et à la toile d'émeri, puis on procède à la reconstitution de l'isolement de ce joint. Le meilleur moyen consiste à recouvrir d'abord le cuivre d'une feuille de gutta très mince et qu'on ramollit à la simple chaleur des doigts. On peut aussi prendre du ruban chatterton ou caoutchouté qu'on enroule en hélices se recouvrant l'une l'autre en partie. On recouvre de la même façon le câble principal; le guipage de coton que l'on a conservé avant

de commencer le travail est ensuite retordu et arrêté en place par une ganse serrée, en fil de chanvre solide. L'opération terminée, l'emplacement de la jonction n'est presque plus visible.

Il est nécessaire de veiller à ce que les ligatures ainsi faites sur des fils voisins l'un de l'autre ne se trouvent pas juxtaposées et surtout qu'elles ne tombent pas à l'intérieur des percements dans les murs ou les planchers. En résumé, ces liaisons de fils entre eux demandent à être exécutées soigneusement, de façon à assurer une communication parfaite entre les moindres ramifications d'un réseau, éviter les résistances inutiles et les causes de déperdition d'énergie par défaut ou insuffisance d'isolement.

Les conducteurs une fois mis en place, on procède à la pose des supports, bras de lumière, appliques, suspensions, etc., et ces conducteurs sont serrés sous les petits écrous des douilles. Sur le trajet de l'un des fils, ordinairement du positif, on intercale les interrupteurs, commutateurs, coupe-circuit unipolaires, et, en dernier lieu, on met en place la verrerie, la lustrerie et les lampes.

Tels sont les soins à observer dans l'installation des réseaux particuliers d'éclairage électrique à courant continu sous tension moyenne de 100 à 120 volts. Ils se résument, comme on le voit, dans une suite de petites précautions ayant pour but d'avoir un réseau aussi *étanche* à l'électricité que possible, ce qui s'obtient par les soins apportés dans la conservation de l'isolement des fils et câbles, qui dépend de l'intégrité de leur surface et de la qualité des supports ainsi que de la bonne exécution des joints et des connexions, sur tout le trajet, depuis la source d'énergie jusqu'aux appareils de lumière.

Lanternes électriques portatives. — Il ne nous reste plus, pour compléter ce chapitre, qu'à dire un mot des appareils portatifs, des lanternes avec lampe à incandescence munie de sa source d'énergie.

Celle-ci peut être une pile ou un accumulateur.

De même que pour les usages à poste fixe, on peut uti-

liser les piles au bichromate et les piles à sel ammoniac rendues transportables à l'aide d'un absorbant immobilisant la solution excitatrice qui ne peut plus ainsi s'épancher hors du récipient : on donne, improprement d'ailleurs, le nom de *piles sèches* à cette disposition.

Sous le nom d'*Ever Ready* (Toujours prêt), on a fait connaître une variété de petits objets électro-lumineux : bougeoirs, porte-montres, cannes, lanternes de voitures, bijoux, etc., dans lesquels une lampe de 3 volts est alimentée, par intermittence, par le courant de deux ou trois petits éléments de ce genre couplés en tension.

L'ingénieur électricien Gustave Trouvé, mort il y a quelques années, avait combiné une lampe électrique portative, inversable, automatique, etc., qui a été adoptée par les sapeurs-pompiers pour l'éclairage des milieux incendiés et qui possède une plus grande puissance lumineuse en même temps qu'une durée de fonctionnement de plusieurs heures.

La pile comporte six éléments au bichromate, couplés en tension et alimentant une lampe à incandescence de 10 volts, pourvue d'un réflecteur monté sur genouillère et protégé par un grillage métallique. Cette lanterne représente une grande somme d'énergie lumineuse sous un faible poids.

On a construit également des lanternes à accumulateurs, mais celles-ci sont plus lourdes, à égalité de lumière produite. Aussi sont-elles moins usitées que les précédentes.

III. — SONNETTES ÉLECTRIQUES ET APPAREILS AVERTISSEURS

Fonctionnement d'une sonnette. — Pour appeler l'attention des habitants d'un appartement ou d'une villa particulière, on fait souvent usage de clochettes ou de sonnettes, que le visiteur met en branle au moyen d'un cordon de tirage. Mais si cette clochette est assez éloignée de la porte

d'entrée, son installation nécessite d'assez grandes complications, renvois à équerre, percements de murs, etc. En hiver, sous l'influence du froid, les fils de fer se raccourcissent et cassent fréquemment; aussi, pour toutes ces raisons, est-il hautement préférable de recourir à la commande par l'électricité, avec laquelle aucune rupture de fils, aucune

interruption de service n'est à redouter. D'ailleurs rien n'est plus simple, avec un peu de soin et d'attention dans l'exécution du travail, que de procéder soi-même à la pose de tout le réseau desservant une maison ou un appartement.

Le fonctionnement d'un appel électrique est aisé à comprendre : il est basé sur l'influence électromagnétique produite sur une armature de fer doux par un électro-aimant dont le fil est traversé par le courant d'une pile. On peut expliquer comme suit le jeu d'une sonnerie électrique du modèle ordinaire dit à *trembleur* (fig. 48).

Le courant arrive par une borne d'entrée marquée + et circule successivement dans les

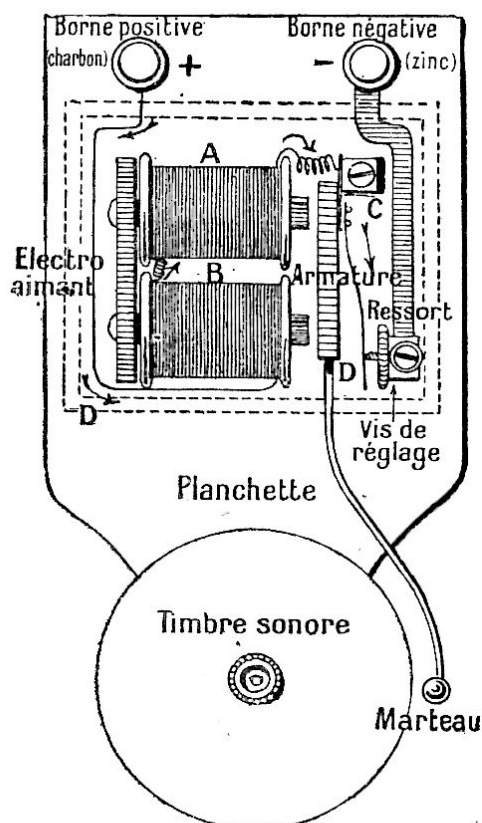


Fig. 48. — Mécanisme d'une sonnette électrique.

enroulements des 2 bobines disposées sur les barreaux de l'électro; il aboutit à une borne-butoir, vissée sur le fil de sortie de la deuxième bobine. Mais, si l'électro restait ainsi dans le circuit, l'armature demeurerait collée sur les faces polaires des barreaux, et le marteau ne frapperait qu'un coup sur le timbre. Pour avoir un bruit précipité, un roulement rapide, la borne-butoir porte un ressort à lame qui se recourbe et vient toucher par son extrémité, garnie d'un rivet d'argent, la pointe d'une vis de réglage mon-

tée sur une équerre en rapport avec la borne de sortie.

Dès que le courant passe, les barreaux de l'électro s'aimantent et attirent l'armature mobile qui vient toucher les faces polaires. Mais, dans son mouvement, cette armature entraîne avec elle le ressort antagoniste dont le rivet abandonne la vis de l'équerre. Le contact entre ces deux pièces cessant, le courant se trouve coupé et l'aimantation des barreaux disparaît, libérant ainsi l'armature qui revient à sa position primitive, car elle s'y trouve rappelée par le ressort. Aussitôt que le contact est rétabli entre le rivet et la vis, le courant passe à nouveau dans les bobines de l'électro, et il résulte de ces attractions et de ces ruptures successives du courant un mouvement alternatif de l'armature. Celle-ci étant pourvue d'une tige terminée par un bouton de métal, à chaque attraction ce bouton vient rencontrer le bord d'une clochette, d'un timbre ou de tout autre objet sonore, et il résulte de ces chocs précipités un roulement caractéristique et bruyant, susceptible d'attirer l'attention, même à une assez grande distance de l'appareil.

Lorsqu'une habitation est assez vaste pour exiger plusieurs instruments sonores actionnés par l'électricité, on peut différencier le son produit par chacun d'eux, en employant des résonateurs différents : un timbre aigu, une cloche ne frappant qu'un coup, une planchette de gaïac, un tambourin, une sirène à membrane vibrante, genre Zigang, etc. On trouve dans le commerce des modèles répondant à toutes les exigences.

Matériel à réunir pour la pose d'un réseau de sonnettes (1). — Le problème le plus simple à résoudre consiste dans la mise en place d'une sonnerie unique, actionnée d'un seul point de départ. Vient ensuite l'installation d'une sonnette pouvant être commandée de différents endroits, puis la pose de deux sonnettes, pour appel et réponse, de plu-

(1) Voyez nos *Albums de plans de pose* pour téléphones, pour éclairage électrique et particulièrement pour *Sonneries*; 3 volumes (Bernard Tignol, éditeur).

sieurs sonnettes actionnées individuellement d'un même point, et enfin d'un nombre quelconque de sonneries actionnées séparément chacune depuis certains points du réseau.

De toute façon, il faut, avant de s'occuper du travail de pose, commencer par déterminer, dans l'habitation à agencer, l'emplacement de la pile, celui des sonneries et de chaque poste d'appel. On mesure ensuite avec un mètre la distance séparant chacun de ces points, de façon à déterminer la longueur des conducteurs qui seront nécessaires.

Cela fait, on peut acheter les objets et réunir le matériel dont on a reconnu l'utilité, c'est-à-dire :

1° Des éléments de pile à sel ammoniac (Leclanché), dont le nombre variera avec la longueur du réseau à desservir ;

2° Des fils de cuivre de 1 millimètre au moins de diamètre, recouverts d'une couche d'isolant de bonne qualité et d'un guipage de coton, de teinte en rapport avec celle des tentures de l'appartement ;

3° Une ou plusieurs sonneries, suivant le cas ;

4° Des appareils d'intercommunication ;

5° Des supports pour les conducteurs.

En ce qui concerne les piles, on pourra se contenter d'éléments à vases poreux, mais ceux à plaques agglomérées et surtout les modèles dits à sac sont préférables, en raison de leur capacité plus considérable et de leur plus longue durée de fonctionnement. Cependant, quand il s'agit d'une unique sonnerie, avec poste d'appel situé à peu de distance, des éléments à liquide immobilisé, ou *piles sèches*, analogues à ceux employés pour les usages de l'automobile, peuvent suffire.

Pour 10 à 15 mètres de longueur de fil, un seul élément est suffisant. De 15 à 25 mètres, il faut deux éléments en tension, quatre, de cinquante à cent mètres. S'il faut actionner simultanément plusieurs sonnettes, il faut ajouter un élément de plus par sonnette.

Appareils d'appel. — Dans toutes les applications de l'électricité, il faut, pour que le fonctionnement des appareils puisse s'opérer, que le courant circule sans interruption,

comme s'il parcourait un cercle complet. Partant du pôle positif de la source, il traverse les interrupteurs, les appareils de sécurité ou d'utilisation et revient au pôle négatif. S'il existe sur ce trajet la moindre solution de continuité, volontaire ou involontaire, la circulation s'arrête, et l'on dit que le circuit est *ouvert*. Il est dit *fermé* dans l'autre cas.

Sur les réseaux de sonneries, de même que sur ceux d'éclairage, on opère, en avant de chaque appareil d'utilisation, une coupure, et l'on intercale en ce point une jonction mobile, jouant le rôle de robinet, que l'on manœuvre à la main, et qui permet de fermer à volonté la coupure, ou de l'ouvrir. C'est cette espèce de robinet que l'on désigne sous le nom d'*interrupteur*, et dont la partie mobile affecte des dispositions variées. Pour les signaux électriques sonores, on fait usage d'une grande variété de formes d'interrupteurs dont les principales sont les *boutons d'appel*, *interrupteurs* et *commutateurs à manette*, *presselles*, *poires*, *plaques de touche*, *coulisseaux*, *pédales*, *tirages* et *contacts*.

Les *boutons* sont d'un usage universel; ils se composent (fig. 49 et 50) de deux pièces principales : 1° le socle, en forme de disque, portant sur sa face supérieure deux lames demi-circulaires, se superposant sans se toucher en aucun point, formant ressort, et fixées au socle par des vis auxquelles s'attachent les fils conducteurs; 2° le couvercle, plus ou moins orné, percé en son centre d'un trou circulaire que traverse le bouton-poussoir en matière isolante.

En appuyant le bout du doigt sur ce bouton qui fait saillie à l'extérieur, on comprime la lame supérieure et on l'oblige à venir toucher l'autre, ce qui permet au courant de passer de l'une à l'autre et de parvenir à la sonnerie. En relevant le doigt, la lame fait ressort, revient à sa première position et rétablit

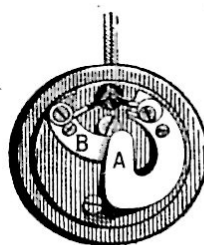


Fig. 49. — Mécanisme d'un bouton d'appel. A et B, paillettes de contact.



Fig. 50. — Le même avec son couvercle et son bouton-poussoir.

la solution de continuité, rompant ainsi la communication.

Les boutons d'appel se fabriquent en bois mat, verni,

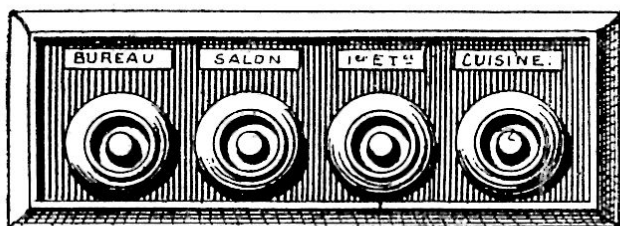


Fig. 51. — Plaque de touche.

sculpté ou lissé, en porcelaine blanche ou décorée, en faïence peinte ou dorée, en fibre, ivoire, ébène, métal argenté, doré et plus ou moins ornementé.

Lorsqu'on réunit côte à côte plusieurs boutons d'appel sur un même socle, on a une *plaque de touche* (fig. 51).

Les *interrupteurs* et *commutateurs à manette* sont identiques à ceux dont on fait usage sur les réseaux d'éclairage, et que nous avons représentés figure 37.

Les *presselles* ont la forme de deux branches de pincettes; en amenant ces branches au contact, on ferme le circuit.

Les *poires* sont constituées par un bouton piriforme en bois verni ou sculpté, suspendu par un cordon souple à un disque rosace fixé au plafond. Elles sont surtout employées pour les salles à manger. Les *coulisseaux* sont des boutons ou des anneaux montés à l'extrémité d'une tige courbée en quart de cercle et qu'un ressort de rappel ramène à la position de repos. En tirant sur cet anneau, on oblige une lame flexible intérieure à venir au contact d'une lame fixe, ce qui ferme le circuit.

Les *tirages d'intérieur* (fig. 52) sont composés d'un cordon et d'un gland de passementerie que l'on place dans l'angle des cheminées, dans les chambres à coucher. En tirant sur ce cordon, une traverse métallique, montée sur une tige entourée d'un ressort à boudin, comprime deux lames élastiques qui vien-

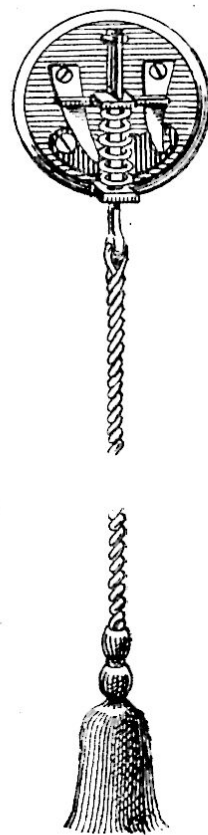


Fig. 52.
Tirage.

nent au contact de lames fixes placées en dessous et rétablissent la continuité du circuit. En lâchant le cordon, le ressort se détend, repousse la traverse et la force à remonter à sa position de repos, en même temps que les lames s'écartent les unes des autres.

Les *pédales* (fig. 53) se placent sous la table de la salle à manger à proximité de la place de la maîtresse de maison qui peut ainsi appeler ses domestiques, ou dans les bureaux, enfin partout où l'on a besoin de pouvoir envoyer un appel à l'insu des personnes présentes. Les pédales s'encadrent dans les parquets, et se dissimulent à l'intérieur d'une trappe métallique qu'on lève au moment d'utiliser l'appareil.

Les *contacts de sûreté* se placent dans la feuillure des portes et des fenêtres et actionnent la sonnette quand les vantaux sont ouverts. Il en existe plusieurs variétés. Le *contact à*

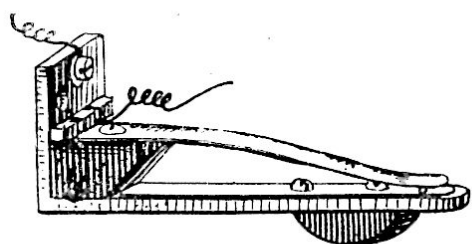


Fig. 54. — Contact à pression.

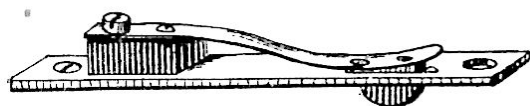


Fig. 55. — Contact extérieur.

pression (fig. 54) décèle la moindre pesée effectuée sur le panneau d'une porte ou les montants d'une fenêtre. Le *contact extérieur* (fig. 55) ne fonctionne qu'au moment de l'ouverture ou de la fermeture du vantail. Le *contact à pédale* se dissimule sous une marche d'escalier que l'on monte sur deux tourillons; la pression du pied fait pivoter la marche et amène en contact deux lames métalliques maintenues écartées l'une de l'autre à la position du repos. Enfin le *contact secret* ne fonctionne que lorsqu'on sectionne les fils amenant le courant, par le jeu d'une armature commandée par un relais.

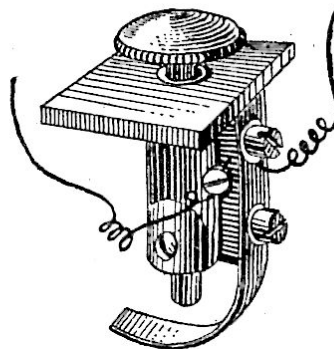


Fig. 53. — Pédale à bouton.

Les lignes de conducteurs. — Suivant que les conducteurs doivent être suspendus à l'extérieur ou circuler à l'intérieur des habitations, leur nature est différente ainsi que leurs supports. Dans le premier cas, on fait usage de fils sous tube de plomb, ou de lignes aériennes en cuivre nu ou en bronze. Ces derniers qui, en raison de leur grande légèreté, permettent d'avoir des portées beaucoup plus grandes, sont tendus sur des cloches en porcelaine portées par des consoles à l'extrémité de poteaux, ou par des pattes de scellement encastrées dans la maçonnerie des maisons.

Pour l'intérieur, on prend des fils recouverts d'un enduit isolant à base de caoutchouc ou de gutta, maintenu par un guipage de coton. Le diamètre du fil de cuivre doit mesurer de 8 à 12 dixièmes de millimètre, suivant l'étendue du circuit qu'il s'agit de desservir. On choisit, pour les fils de pôles, la couleur rouge pour le positif et bleue ou verte pour le négatif. Cette simple précaution permet de reconnaître constamment, et du premier coup d'œil, la polarité d'un fil, ce qui évite bien des causes d'erreur ou d'incertitude pendant l'exécution du travail, en même temps qu'elle facilite, par la suite, les recherches en cas de dérangement.

Les conducteurs ne sont pas mis sous moulure, c'est là une complication inutile. On les tend correctement le long des murs, au-dessous de la corniche, soit sur des isolateurs en os si le réseau ne comporte pas plus de quatre fils, soit sur des taquets de bois ou des clous en fer émaillés ou des crochets vitrifiés. Mais la pose de ces derniers réclame une grande attention, afin d'éviter d'écailler l'émail en les enfonçant. Pour faciliter les vérifications ultérieures, il est bon de ne pas tendre trop fortement les fils à l'entrée et à la sortie des trous des taquets.

Dans les locaux humides, tels que sous-sols, caves, etc., il faut toujours employer des fils de 12 dixièmes, étamés, recouverts d'une couche de gutta, d'un guipage de coton et de deux rubans goudronnés, le tout solidement protégé par une gaine ou un tuyau de plomb de 1 millimètre d'épaisseur.

Les ligatures de fils s'opèrent de la manière que nous

avons indiquée, au cours du chapitre précédent, c'est-à-dire que l'on exécute d'abord une torsade espagnole, que l'on soude ensuite et qu'on recouvre d'isolant.

Les percements de murs doivent être effectués avec précaution, surtout lorsque les murs sont en pierre dure et très épais. On les pratique avec une mèche de petit diamètre, et on agrandit ensuite le trou selon la grosseur et le nombre de fils à passer. Pour préserver les conducteurs de l'effet de l'humidité, on garnit les percements d'un tube de laiton, ou tout simplement d'un tuyau de caoutchouc dans lequel passent les fils.

En ce qui concerne la grosseur qu'il convient de donner aux fils de cuivre pour réseaux de sonneries, le petit tableau ci-dessous résume les conditions que doivent présenter ces conducteurs pour chaque cas :

NUMÉRO DE LA JAUGE décimale.	SECTION en MILLIMÈTRES.	LONGUEUR au KILOGRAMME.	NUMÉRO DE LA JAUGE décimale.	SECTION en MILLIMÈTRES.	LONGUEUR au KILOGRAMME.
1	6/10	418 mètres.	10	1 millim. 5	70 mètres.
2	7/10	330 —	11	1 — 6	66 —
3	8/10	208 —	12	1 — 8	54 —
4	9/10	180 —	13	2 —	40 —
5	1 millimètre.	160 —	14	2 — 2	34 —
6	11/10	135 —	15	2 — 4	30 —
7	1 millim. 2	100 —	16	2 — 7	26 —
8	1 — 3	85 —	17	3 —	19 —
9	1 — 4	75 —	18	3 — 4	15 —

On n'emploie généralement, pour les sonnettes électriques, que les trois numéros suivants : le n° 4 pour les communications à l'intérieur des appartements ; le n° 5 pour les colonnes montantes dans les escaliers et le n° 6 pour les raccords avec les piles dans les sous-sols.

Le fil *gutta*, ainsi appelé parce qu'il est recouvert d'une certaine épaisseur de gutta-percha, est de beaucoup supé-

rieur au fil *enduit*, qui ne doit s'employer que comme fil de ligne pour relier les appareils sonores avec des postes d'appel.

Supports des lignes. — Les supports de fils peuvent être rangés, ainsi que cela a été dit, en trois catégories, suivant qu'ils sont destinés à recevoir des fils conducteurs

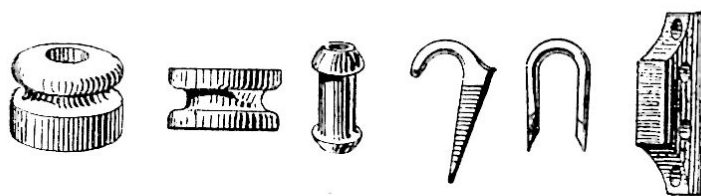


Fig. 56 à 61. — Isolateurs pour canalisations intérieures et réseaux de sonnettes électriques.

nus, en cuivre ou en bronze, des fils sous plomb, ou des lignes en fil de fer galvanisé. Pour les premiers, on fait usage de cloches ou poulies en

porcelaine émaillée (*fig. 56 et 57*), ou de petits tubes en os ou en corozo enfilés sur des pointes en fer à tête ronde (*fig. 58*); pour les seconds, on se sert de crochets à gaz plats ou ronds (*fig. 59 et 60*) et de taquets en bois (*fig. 61*), enfin, pour les derniers, de poteries de formes diverses : anneaux simples ou doubles, entrées de poste, etc.

Remarquons en passant que les petits isolateurs tubulaires en os sont principalement utilisés pour les installations économiques ; ils se fabriquent aussi avec plusieurs gorges pour recevoir deux ou trois fils tendus l'un derrière l'autre. Les clous maintenant en place ces espèces de manchons sont enfoncés dans le plâtre des murs et des cloisons.

Les crochets et pitons émaillés ou vitrifiés sont en fer, et c'est leur partie supérieure qui, recourbée en demi-cercle, est recouverte d'émail. A la condition d'être enfoncés avec précaution, ils peuvent fournir d'assez bons services, supérieurs même à ceux des isolateurs en os ; la rouille du clou, qui pénètre ceux-ci par capillarité, l'os étant une substance poreuse, ne tarde pas, en effet, à devenir conductrice et à servir de véhicule aux sels de fer qui corrodent le guipage de coton, rendent la gutta cassante et impropre à protéger le cuivre, d'où des pertes continuelles d'électricité qui ne tardent pas à épuiser les piles.

Le fer recouvert d'émail, les clous et crochets vitrifiés n'ont pas cet inconvénient, mais à la condition que l'enduit soit intact, ce qui n'est pas toujours facile à obtenir, car il s'écaille assez facilement sous le choc du marteau. Il ne faut donc frapper, pour mettre ces clous en place, que sur le talon du crochet, et non directement, mais par l'intermédiaire d'un chasse-clou constitué par une petite tige d'acier à arête vive que l'on appuie sur ce talon. Il est bon d'éviter soigneusement que l'extrémité émaillée du crochet vienne à porter sur le mur, ce qui ouvrirait cette partie et écaillerait forcément l'émail.

Toutes ces raisons militent en faveur de l'emploi exclusif, surtout pour l'extérieur, d'isolateurs-cloches en porcelaine émaillée ou de poulies, semblables à celles usitées comme supports des conducteurs d'éclairage.

Pour l'intérieur des maisons, bien que les courants circulant dans les fils n'aient qu'une tension et une intensité relativement faibles, il y a tout avantage à réaliser des canalisations présentant les meilleures conditions d'isolement. En vue de ce résultat, il faut prendre des fils conducteurs de bonne qualité, correctement tendus sur des poulies en porcelaine fixées aux murs, et veiller attentivement, pendant tout le travail de pose, à la conservation de l'intégrité du revêtement isolant du cuivre.

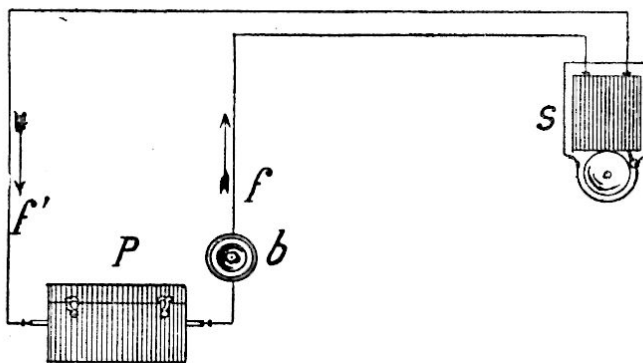


Fig. 62. — Schéma de l'agencement d'une sonnette électrique.

P, pile; S, sonnette; b, bouton d'appel;
f, f', fils conducteurs.

Combinaisons de réseaux. — L'agencement le plus simple est évidemment celui d'une son-

nette unique, commandée par un seul bouton (*fig. 62*). On attache un premier fil à la borne charbon (positif) de la pile et on le conduit à l'une des paillettes du bouton d'ap-

pel. Le deuxième fil, attaché à la borne zinc (négatif), se rend à l'une des bornes de la sonnerie, enfin un troisième fil réunit la deuxième paillette du bouton à la borne libre de la sonnerie.

Si l'on veut commander une sonnette unique de différents points de l'habitation, le fil positif est conduit, depuis la pile jusqu'au bouton d'appel le plus éloigné. Sur son trajet, on branche autant de fils de dérivation qu'il est nécessaire, pour les amener chacun à une paillette d'un bouton. Le deuxième fil (négatif) va directement de la pile à une borne de la sonnerie, et le fil partant de l'autre borne de cette sonnerie se divise en plusieurs branches se rendant chacune à la paillette restant libre de chaque bouton.

S'il s'agit d'actionner plusieurs sonnettes séparées par plusieurs boutons, par exemple trois sonneries par trois boutons, ceux-ci sont réunis par un fil monté sur l'une de leurs deux paillettes; les trois sonneries sont montées également sur un seul fil venant du pôle négatif de la pile. Trois fils de retour associent la première sonnerie au premier bouton, la deuxième sonnette au deuxième bouton et ainsi de suite.

La pose d'un appel pouvant commander simultanément deux sonnettes peut être opérée selon des méthodes différentes. On peut, par exemple, réunir les deux appareils sonores en série (on dit aussi en *tension*), mais ce procédé exige que les électros possèdent exactement la même résistance et que les mouvements des armatures soient synchronisés; autrement l'une des deux sonneries, la moins résistante, absorberait tout le courant et fonctionnerait seule, alors que l'autre resterait toujours muette. On préfère donc agencer ces sonneries en dérivation sur deux fils principaux venant de la pile.

Pour actionner, d'un poste central, un nombre quelconque de sonnettes, il faut employer, au lieu d'un bouton d'appel, un *commutateur* ayant autant de plots que le réseau compte de sonnettes. De chacun de ces plots part un fil se rendant à l'une des bornes d'une des sonnettes. Du pôle négatif de la pile part un fil qui se subdivise en autant de fils secon-

dares qu'il y a de sonnettes à desservir, chacun de ces fils aboutissant à la borne restant libre de chaque sonnette. Enfin un conducteur spécial relie le pôle positif de la pile à la manette du commutateur, si bien qu'il suffit de placer cette manette sur l'un ou l'autre des plots pour faire passer le courant dans l'une ou l'autre des sonneries du réseau.

Il arrive quelquefois que l'on a besoin d'actionner avec un seul bouton l'une ou l'autre de plusieurs sonnettes disposées dans des pièces différentes d'un même appartement, par exemple lorsqu'on veut appeler depuis sa chambre à coucher un domestique couchant à l'étage supérieur, mais qui peut, lorsqu'on l'appelle, avoir quitté sa chambre pour descendre à la cuisine. Le résultat cherché est obtenu en interposant un commutateur à deux directions sur l'un des fils se rendant à la sonnerie. Lorsque la manette du commutateur est sur le plot mort central, aucun courant ne passe ; il faut la déplacer à droite ou à gauche pour faire passer le courant dans la sonnette de nuit ou dans celle de jour. Ce commutateur peut être placé dans la chambre à coucher du maître, à proximité de la tête du lit. S'il se trouve dans la chambre du domestique, c'est celui-ci qui pousse la manette pour fermer le circuit sur la sonnette de nuit et qui, le lendemain matin, avant de descendre à l'appartement, pousse la manette sur l'autre plot, de manière à interrompre le circuit sur la première sonnette et l'établir sur l'autre. Les deux dispositions ont chacune leurs avantages et leurs défauts, et ce sont les circonstances particulières à chaque installation qui déterminent quel est l'emplacement le plus convenable pour ce commutateur.

Mentionnons encore l'agencement de deux postes distincts, formés chacun d'une sonnette et d'un bouton d'appel avec pile unique, et trois fils de ligne, permettant l'appel et la réponse par des signaux convenus. Chacun des boutons actionne, bien entendu, la sonnette de l'autre poste.

Dans cette disposition, le fil positif se rend à l'une des bornes de la sonnerie A (*fig. 63*), et de là à l'une des paillettes du bouton *b*. Il en est de même pour le fil négatif, qui va à l'une des paillettes du bouton *a*, et de là à la sonnerie B. Un fil

secondaire *c* réunit la borne libre de la sonnette B à la paillette libre du bouton *b*, et un autre, *d*, relie la borne libre de la sonnette A à la paillette libre du bouton *a*. Il faut donc, dans cette combinaison, faire usage de trois fils de ligne. Toutefois, nous devons dire que cet agencement n'a plus de raison d'être, depuis la diffusion du téléphone qui permet de correspondre verbalement, alors que la réponse par la sonnerie ne permet d'échanger qu'un très petit nombre d'indications.

Quand la distance séparant la sonnette du poste d'appel est très considérable, ce qui nécessiterait l'usage d'une bat-

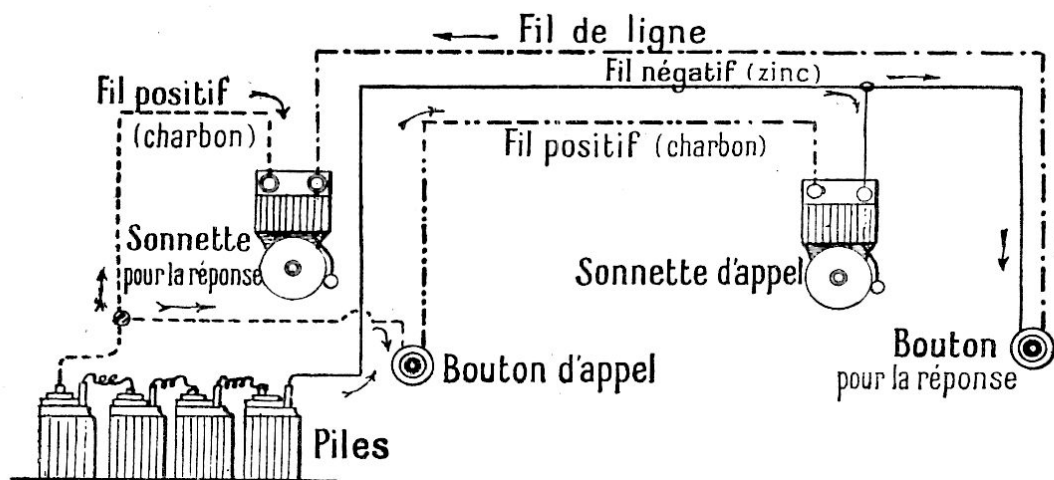


Fig. 63. — Appel et réponse avec trois fils de ligne et une seule batterie de piles.

terie de piles composée d'un grand nombre d'éléments, on peut intercaler un *relais*, substituant, à l'arrivée, le courant d'une pile locale au courant de ligne trop faible pour pouvoir actionner l'électro. Le deuxième fil peut être, par raison d'économie, supprimé, le retour s'opérant par le sol, au moyen de *prises de terre*, mais ce retour n'est avantageux que lorsque la distance à franchir est considérable et permet de réaliser une certaine économie de conducteurs.

Entretien des piles pour sonneries. — La pile étant la source d'électricité qui actionne tous les appareils récepteurs branchés sur le circuit, il est nécessaire que la per-

sonne qui veut mettre en place un réseau de ce genre s'assure que cette source est capable de fournir l'énergie correspondant à la quantité de travail demandée pour le service journalier des récepteurs.

La première chose à faire consiste donc à vérifier, à l'aide d'un petit voltmètre de poche gradué jusqu'à 4 ou 5 volts, et tel qu'on en trouve de nombreux modèles dans le commerce, la force électromotrice ou tension du courant fourni par chaque élément de la batterie. Un élément de pile au sel ammoniac récemment chargé doit indiquer une tension de 1 volt 2 au minimum : si ce chiffre n'est pas atteint, on peut craindre que la charge de liquide excitateur ou de peroxyde de manganèse dépolarisant soit épuisée et que la pile ait dépensé toute sa capacité. L'épuisement dépend, bien entendu, du temps depuis lequel la pile est en fonction, mais il peut arriver aussi qu'un *court-circuit* se soit produit en un point quelconque de la canalisation, par suite d'un contact accidentel entre deux fils dépouillés, pour une raison quelconque, de leur isolant. Il en résulte une déperdition constante d'électricité dont on ne s'aperçoit que par l'affaiblissement rapide et anormal du courant. C'est pour éviter cet inconvénient que nous recommandons de prendre les plus grands soins dans la pose des conducteurs, surtout aux points de bifurcation avec les fils de dérivation, et aux supports.

Quand la solution excitatrice est épuisée, on vidange les bocalx de pile et on les rince ; on nettoie ensuite les zincs et les agglomérés à la brosse, on gratte avec une lame de couteau les efflorescences et sels grimpants qui ont pu envahir les bornes servant aux connexions, et on termine leur nettoyage en les frottant avec du papier de verre ou de la toile d'émeri. Cela fait, on prépare dans une cruche en grès une solution neuve à saturation, c'est-à-dire dans la proportion de 80 à 100 grammes, suivant la température, de sel ammoniac par litre d'eau. La tension du courant et la capacité de la pile dépendent en grande partie de la bonne qualité de ce sel, aussi doit-on le choisir aussi pur que possible et exempt de plomb.

S'il s'agit d'une batterie neuve à monter, on n'a qu'à véri-

fier la tension, élément par élément, une fois les bocaux remplis de liquide au moyen d'un petit entonnoir.

Les zincs durent très longtemps. Les agglomérés à sacs possèdent une capacité de 50 à 200 ampères-heure, suivant leurs dimensions. Sous un même volume, le poids de matière dépolarisante est double de celui du vase poreux et un tiers supérieur à celui du modèle à cylindre aggloméré, et c'est pourquoi nous recommandons de préférence ce modèle.

Avertisseurs électriques. — Les avertisseurs sont des appareils ayant pour but de donner automatiquement un signal quelconque à l'aide de l'électricité. Ils peuvent révéler soit un incendie, soit une effraction, le bris d'une clôture, prévenir qu'une heure est sonnée, etc.

Les *contacts de sûreté*, dont nous avons dit quelques mots plus haut, sont des avertisseurs de vol puisque les portes ou les fenêtres sur lesquelles ils sont installés ne peuvent être ouvertes sans que retentisse une bruyante sonnerie, qui peut d'ailleurs être disposée dans un autre local, mais il existe aussi d'autres dispositions répondant au même but.

L'*antiklept*, de Royer Benoît, est constitué par un fil disposé de telle sorte qu'il ne soit pas possible de franchir la clôture ainsi protégée ou d'ouvrir la porte sans le toucher ou le couper. Ce fil est attaché, d'une part à un mur, de l'autre à une lame élastique qu'un ressort tend à incliner et qui est reliée à la borne positive d'une pile. Si l'on vient à toucher ce fil, la pesée exercée se répercute sur la lame qui se redresse et arrive au contact d'une autre lame fixe en rapport par un conducteur avec une sonnerie, laquelle est réunie, d'autre part, au moyen d'un second fil, avec le pôle négatif de la pile. Le circuit est ainsi fermé et la sonnerie résonne. Si, croyant se mettre à l'abri des méfaits de l'électricité, le voleur qui cherche à s'introduire, coupe le fil, la lame est immédiatement ramenée en arrière par le jeu du ressort de rappel, et elle vient encore toucher une vis-butoir qui ferme de nouveau le circuit, et la sonnette fait encore entendre son bruit révélateur.

Lorsqu'il s'agit de protéger un mur de clôture d'une cer-

tainne longueur, ou plusieurs ouvertures, fenêtres ou portes, on divise ce mur en plusieurs sections pourvues chacune d'un fil avec double contact. Un tableau annonciateur placé dans la loge du concierge ou la chambre du surveillant fait immédiatement connaître, en cas d'alarme, le point d'où le signal est parti.

On a imaginé des variantes de ce dispositif pour assurer la protection des coffres-forts, et combiné des relais spéciaux pour cet usage. Quand le vantail du coffre est fermé, le courant d'une pile au sulfate de cuivre contenue dans le coffre, traverse l'électro-aimant de ce relais en même temps qu'une résistance qui diminue le débit d'électricité. L'armature de l'électro est montée sur le même axe qu'une fourchette métallique et qu'un contrepoids mobile comme un curseur le long de sa tige de support. On en règle la position de telle sorte qu'avec l'intensité normale de courant, la fourchette soit bien verticale.

Si l'on vient à ouvrir le coffre-fort, le courant est interrompu, l'électro perd son aimantation, le contrepoids retombe et en tombant repousse la fourchette qui vient fermer le circuit électrique d'une sonnerie. Le même effet se produit si des cambrioleurs ont l'idée de couper les fils qu'ils aperçoivent à l'extérieur du coffre, croyant n'avoir affaire qu'à un simple contact de sûreté branché en dérivation comme un bouton d'appel. Enfin s'ils songent à réunir les deux fils de ligne pour annuler la protection due au circuit, la résistance placée à l'intérieur du coffre-fort voit son action suspendue ; alors le courant traversant les spires de l'électro augmente d'intensité, son armature est plus fortement attirée, et la fourchette se trouve encore déplacée jusqu'à ce qu'elle touche le contact fixe fermant le circuit. De quelque manière qu'on essaie d'éliminer ce témoin gênant, sa surveillance s'exerce quand même, et il avertit au loin de la tentative d'effraction qui se commet.

Gâche et serrure électriques. — Pour se prémunir contre les importuns, les indiscrets, et surtout les voleurs, l'amateur électricien peut, sans grande difficulté, modifier

sa serrure afin d'être prévenu que quelqu'un cherche à pénétrer dans l'habitation ou la pièce ainsi défendue.

Il suffit de fixer à l'intérieur de la gâche deux lames élastiques formant ressort et s'appliquant l'une sur l'autre à l'état ordinaire. L'une de ces lames est reliée à la borne positive de la pile, l'autre à une borne de la sonnerie, en traversant sur son trajet un interrupteur intercalé.

Quand on ferme la porte en donnant un tour de clé, la pression du pêne sur la lame amenant le courant l'éloigne de l'autre ; le circuit se trouve alors ouvert et l'on peut mettre l'interrupteur sur la sonnerie. Si, par un moyen quelconque, par exemple un tour de clé en sens inverse, on fait rentrer le pêne dans la serrure, la lame de cuivre revient sur elle-même en raison de son élasticité, touche sa voisine, rétablit la communication et ferme le circuit sur la sonnerie qui retentit jusqu'à ce que les choses aient été replacées en l'état ou le circuit ouvert par la manœuvre de l'interrupteur.

On peut trouver aujourd'hui dans le commerce des types de serrures électriques basées sur ces principes. Toutefois, pour éviter que les propriétaires ou locataires ne donnent l'alarme inutilement lorsqu'ils rentrent dans la maison ainsi protégée, leurs clés doivent être entaillées de découpures spéciales, leur permettant de faire jouer les pènes sans fermer le circuit par le contact intérieur et mettre ainsi en action l'avertisseur.

Mentionnons aussi en passant les serrures électriques à commande à distance par l'électricité, qui n'ont rien de commun avec les avertisseurs et dans lesquelles un électro-aimant produit le mouvement du pêne. Il n'est plus besoin de tirer sur un fil de fer ou d'appuyer sur une poire à air quand on doit provoquer l'ouverture de la porte : il suffit de presser du doigt sur un bouton d'appel, et le vantail s'ouvre automatiquement, le pêne se dégageant de la gâche par le seul effet de l'électricité agissant sur l'électro-aimant. C'est là un utile progrès... pour MM. les concierges.

Avertisseurs d'incendie. — Ces appareils mettent à profit les phénomènes de dilatation, de fusion ou de combus

tion d'une substance isolante à la température ordinaire. Le type le plus simple se compose d'un petit cylindre de bois de 5 à 6 centimètres de long sur lequel est enfilé un ressort à boudin en rapport, par une de ses extrémités, avec un fil venant d'une pile. Ce ressort est comprimé par une barrette en alliage de Darcet, fusible à 40° centigrades. Si la température de la pièce où est fixé ce petit appareil vient à dépasser ce chiffre, la barrette, qui est enfoncée transversalement dans le cylindre de bois, fond ; le ressort se détend alors et vient buter sur un contact disposé à l'autre extrémité qui est en relation avec le fil allant à la sonnerie. Le circuit se trouve ainsi fermé et le bruit attire l'attention des intéressés, ce qui est le but cherché (*fig. 64*).

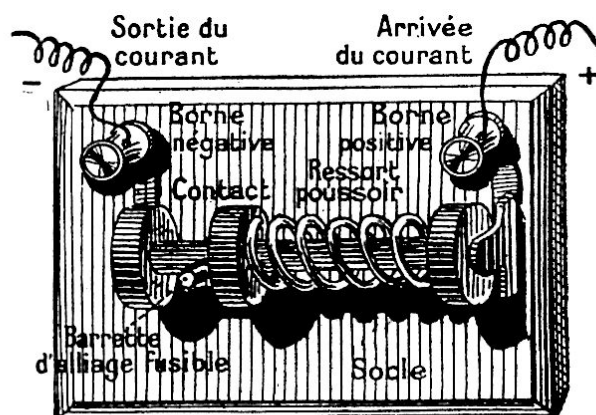


Fig. 64. — Avertisseur d'incendie à barrette fusible.

Dans le système Gaulne et Mildé, le fonctionnement est basé sur l'effet d'inégale dilatation de métaux hétérogènes. Deux lames, composées chacune de trois métaux différents (acier, cuivre et zinc), superposés et soudés ensemble, sont disposées parallèlement et en regard l'une de l'autre. Sous l'influence de la chaleur, ces lames s'incurvent l'une vers l'autre et arrivent à se toucher, fermant ainsi le circuit du signal d'alarme. Cet appareil peut servir, en temps ordinaire, d'interrupteur ordinaire, et, pour cela, la communication est établie entre les deux lames au moyen d'une goupille métallique fixée sur une tige verticale terminée par un anneau auquel est fixé le cordon de tirage et qui est maintenue soulevée par un ressort à boudin. Cet instrument est donc à deux fins.

Il existe encore des avertisseurs de température, ou *thermoscopes*, dans lesquels le circuit est fermé par le jeu d'un

thermomètre dont la colonne soulève un index métallique qui produit le contact. Le système de J. Richard est basé sur la dilatation d'un liquide contenu dans un tube de métal légèrement aplati et contourné en cercle. Sous l'effet d'une élévation de température, ce cercle s'ouvre et entraîne une tige qui se déplace sur son pivot jusqu'à ce qu'elle vienne s'appuyer sur une vis-butoir qui ferme le circuit sur une sonnette électrique. Deux bornes, dont l'une est isolée et l'autre reliée à la masse de l'avertisseur, établissent les connexions.

Réveil électrique. — Tous les instruments d'horlogerie peuvent être munis, sans autre complication, d'un contact isolé en rapport par un fil avec une sonnette d'appel. Lorsqu'il s'agit d'un réveil à ressort, il suffit d'intercaler sous l'index mobile une petite rondelle d'ébonite de quelques millimètres d'épaisseur de façon à isoler cet index de la masse métallique du réveil, laquelle est reliée, par un fil serré sur une borne soudée, au pôle positif de la pile, tandis que l'index qui doit être recourbé en forme d'U renversé, afin que la grande aiguille ne le touche pas dans son mouvement circulaire, est relié à la sonnette électrique par un autre fil. Grâce à cette disposition, lorsque la petite aiguille des heures vient toucher l'index, qui a été préalablement placé en face de l'heure où l'on veut que l'appareil fonctionne, le circuit se trouve fermé et la sonnerie entre en jeu jusqu'à ce que l'on coupe le circuit en manœuvrant la manette d'un interrupteur et en la plaçant sur le plot mort.

Si, au lieu d'un réveil ou d'une pendule à ressort moteur, il s'agit d'une horloge à poids ou *coucou*, on peut utiliser la descente du poids et établir sur son trajet un contact mobile que le poids vient rencontrer à l'heure fixée, en amenant ainsi le déclenchement de la sonnerie. C'est encore là une installation facile à réaliser sans grands frais ni difficulté.

IV. — TABLEAUX, TÉLÉPHONES, ALLUMOIRS

Fonctionnement des tableaux indicateurs. — Les tableaux servent à indiquer, par l'apparition d'un numéro ou d'une étiquette derrière un guichet transparent, la pièce de l'appartement d'où est parti l'appel. Ils évitent donc l'emploi d'autant de sonnettes de timbre différent que l'habitation comporte de chambres ou de postes d'appel; une seule suffit, quelque étendu que soit le réseau, car son seul but est d'attirer l'attention du domestique dont on requiert ainsi les services. En même temps que résonne la sonnerie, l'étiquette apparaît dans l'encadrement d'un guichet, désignant ainsi l'endroit d'où vient l'appel. Le préposé, avant de répondre, doit faire disparaître le numéro du tableau en appuyant sur un bouton spécial. De cette façon, si on l'appelle quelques instants plus tard d'un autre point, il ne pourra se produire ni incertitude ni confusion.

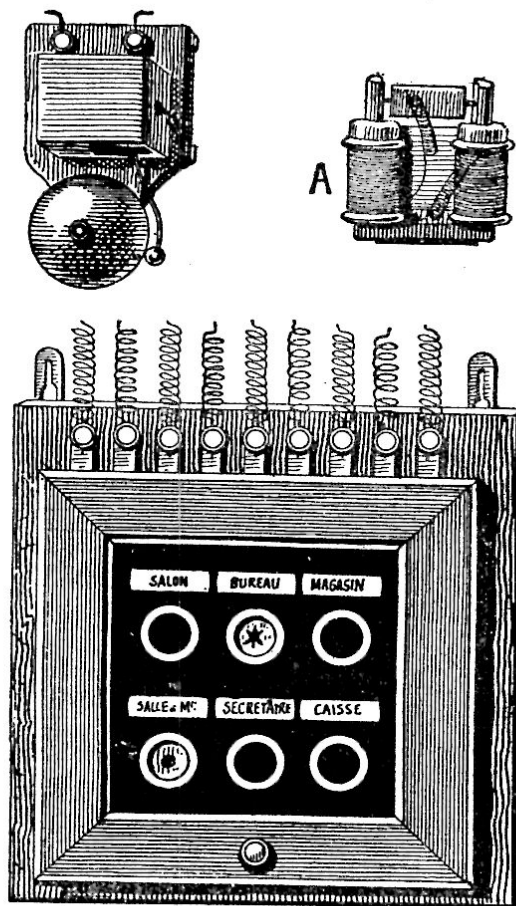


Fig. 65. — Tableau indicateur; au-dessus, sonnerie d'appel.

A, mécanisme à électro-aimant du guichet.

Un *tableau* se compose (fig. 65) d'une boîte en bois qui s'accroche par deux anneaux le long du mur. Cette boîte est fermée, en avant, par un cadre à charnières maintenant un carreau dont la surface intérieure est recouverte d'une épaisse couche de vernis noir, sauf à l'endroit de petits

carrés ou cercles transparents que l'on y ménage. C'est dans ces vides que viennent s'encadrer les numéros ou les étiquettes indicatrices collées sur de petites plaques ou sur des disques de papier fixés à l'extrémité d'aiguilles aimantées mobiles autour d'un pivot horizontal et maintenues en équilibre entre les pôles d'un électro-aimant.

Les pôles de cet électro changent suivant le sens du courant circulant dans le fil conducteur roulé autour des bobines ; l'aiguille se trouve donc attirée de droite à gauche ou inversement, et l'étiquette qu'elle porte se montre dans l'ouverture du guichet ou devient invisible. Le bouton-poussoir agissant sur un contact à paillettes ordinaire, permet d'inverser le sens de circulation du courant, et, tandis que le courant arrivant du poste d'appel fait apparaître l'étiquette, celle-ci disparaît lorsqu'on appuie sur le bouton.

Il existe dans le commerce des tableaux indicateurs de toute grandeur, comportant autant de guichets qu'il est nécessaire, et dont l'encadrement, en bois uni quand ces appareils doivent être accrochés dans les antichambres, peut être orné de sculptures s'ils sont destinés à des vestibules d'apparat. Quelquefois, les guichets transparents sont surmontés d'une étiquette imprimée portant l'indication : *salon, bureau, chambre de Monsieur, salle à manger, etc.*, et alors, au lieu de faire apparaître un carré de carton portant la mention du lieu d'appel, c'est un voyant peint en rouge, et fait d'un petit disque de cuivre mince qui s'encadre au-dessous de chaque mention.

On reproche aux tableaux à aiguilles aimantées l'inconvénient de se dérégler facilement et de perdre à la longue leur sensibilité, par suite de la disparition graduelle de l'aimantation des aiguilles. C'est pourquoi on leur substitue quelquefois des *tableaux annonceurs* dans lesquels, à l'état de repos, l'indication est masquée par un volet en métal maintenu par une charnière à sa partie inférieure et par un crochet à son rebord supérieur. Ce crochet forme l'extrémité d'un levier horizontal monté en son milieu sur un pivot et relié à l'armature d'un électro-aimant.

Quand un signal est envoyé, en même temps que résonne

la sonnerie, l'armature se trouve rappelée et le crochet en se relevant, abandonne le volet qui se rabat, en démasquant l'indication de l'endroit d'où est parti le signal. Ce système s'emploie surtout avec les téléphones d'intérieur.

On peut faire fonctionner ensemble plusieurs tableaux indicateurs, c'est-à-dire faire apparaître et disparaître simultanément les indications l'une par l'autre. Ainsi, dans les châteaux et les maisons particulières, il est fréquent de voir placer deux tableaux, l'un à l'antichambre, l'autre dans le couloir des chambres des domestiques, de manière que ceux-ci entendent l'appel, qu'ils se trouvent au rez-de-chaussée ou dans les combles. Dans ce cas, de même que les boutons d'appel font sonner et marquer aux deux tableaux du haut et du bas, en agissant sur le bouton-poussoir, on actionne le mécanisme des deux appareils, et les numéros disparaissent en même temps des guichets correspondants.

Pose des tableaux. — La mise en place des tableaux indicateurs complétant les réseaux de sonneries d'appel (*fig. 66*) ne présente pas de difficultés particulières. On commence par fixer la boîte au mur au moyen des agrafes dont elle est pourvue et qui s'accrochent à des clous à crochet. On serre ensuite les fils sur les bornes, ordinairement dans l'ordre suivant : à la première borne, le pôle positif (charbon), venant de la pile; à la seconde, le pôle négatif (zinc); à la troisième, un fil se rendant à une borne de la sonnerie; à la quatrième, le fil correspondant à l'électro du premier guichet; à la cinquième, sixième, etc., les fils se rendant au deuxième, troisième... guichet et dont l'extrémité de départ est reliée à l'une des paillettes de l'un des boutons d'appel du réseau, l'autre paillette étant en relation avec un fil de retour commun. Quel que soit le nombre des guichets que comporte le tableau, l'ordre de succession des fils aux bornes d'attache est toujours le même.

S'il s'agit de deux tableaux marchant ensemble l'un par l'autre, il faut ajouter à la droite de chacun d'eux une dernière borne en communication avec la paillette antérieure du

bouton-poussoir commandant la disparition du signal du guichet. Ainsi, pour un tableau de dix numéros, il faut quatorze fils de ralliement. On les mène tous à la fois, sans chercher à les distinguer, et, après les avoir tendus correctement jusqu'au tableau principal, situé fréquemment au rez-de-

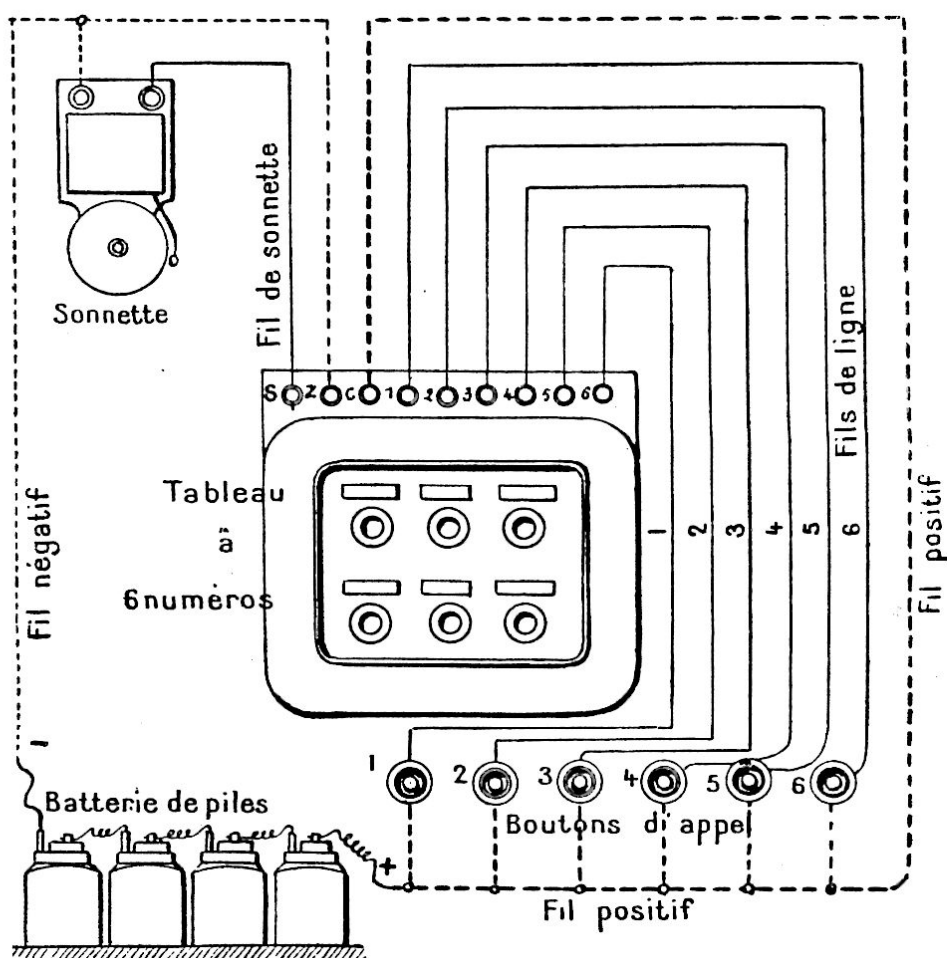


Fig. 66. — Schéma de la pose d'un tableau indicateur à 6 numéros.

chaussée, on opère le triage. Dans ce but, on serre ces fils sur les bornes dans l'ordre indiqué, et, tandis que l'on reste auprès du tableau pour vérifier si les appels correspondent bien à chaque guichet, un aide se rend dans les différentes pièces de la maison pour actionner chaque bouton successivement.

Quand le tableau principal fonctionne convenablement, on

s'occupe du tableau répétiteur situé à l'un des étages de l'immeuble. Pour reconnaître les fils lorsqu'ils sont arrivés près de ce tableau, on le relie provisoirement avec une sonnerie, après avoir placé quelques éléments de piles auprès du tableau du rez-de-chaussée et attaché à l'un de ses pôles le premier fil que l'on retire de la borne du tableau. On serre un second fil sur l'autre pôle de la pile et on le déroule en le laissant flotter dans la cage de l'escalier, ou par le plus court chemin jusqu'à l'une des bornes de la sonnerie disposée auprès du tableau supérieur. Prenant ensuite d'une main le faisceau des fils à reconnaître, on présente de l'autre, à la borne libre de cette sonnette, et l'une après l'autre, l'extrémité soigneusement dénudée, au préalable, de chacun de ces fils. Un seul d'entre eux fera sonner : ce sera évidemment celui de la borne 1 du tableau. On l'attachera à sa place, d'abord au tableau d'en haut, ensuite à celui d'en bas, et avant de remonter, on ôtera le fil n° 2 du tableau principal pour le relier au pôle libre de la pile et ainsi de suite.

Tous les fils des deux tableaux étant ainsi reconnus, on ajoute à leur faisceau les autres fils venant d'en bas et devant monter avec eux. Le faisceau étant alors complet peut être mis en place en suivant les indications qui viennent d'être données. On arrive au premier étage où l'on fixe tous les fils de ligne qui doivent s'y arrêter ; on établit tous les branchements à faire sur les deux fils de ligne, et ainsi de suite pour chaque étage. Quand tous les fils sont arrivés à destination, on termine le montage en dénudant l'extrémité de chaque fil que l'on introduit dans le trou de la borne correspondante du tableau, et que l'on maintient en serrant à fond la vis de la borne.

Les téléphones d'appartement. — Nous n'avons pas, dans ce petit livre d'indications pratiques, à rappeler l'histoire et la théorie du merveilleux appareil qu'est le téléphone. Il n'est presque personne aujourd'hui qui n'ait eu l'occasion de l'utiliser, chacun connaît les aspects sous lesquels il se présente, car on peut dire que le téléphone est désormais entré dans les mœurs ; aussi ne parlerons-nous ici

que des modèles pour l'usage particulier, dans tous les intérieurs pourvus de tout le confort moderne, — lequel est dû en grande partie aux rapides progrès de la science et de l'industrie.

Un poste téléphonique domestique se compose des organes suivants :

- 1° Un transmetteur microphonique;
- 2° Un récepteur téléphonique (*fig. 67*);
- 3° Un bouton d'appel;
- 4° Une sonnerie;
- 5° Une pile à sel ammoniac de quelques éléments.

Ce poste est relié par deux fils conducteurs à un autre poste comprenant exactement les mêmes pièces. Le réseau peut d'ailleurs comporter un nombre quelconque de postes pouvant entrer en communication les uns avec les autres.

Pour augmenter la portée et avoir une meilleure transmission du son, le transmetteur est muni quelquefois d'une bobine d'induction, mais c'est surtout pour les communi-

cations à grande distance que cette adjonction est utile, et on ne la rencontre pas dans les modèles d'usage courant.

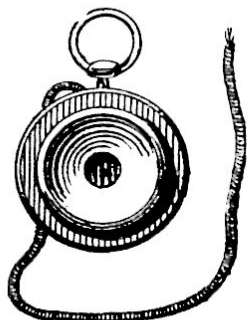


Fig. 67. — Téléphone récepteur forme montre (avec son cordon).

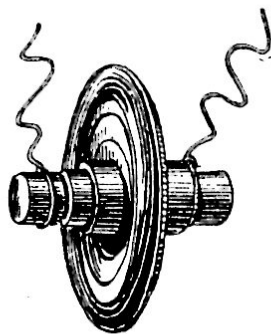


Fig. 68. — Boîte microphonique à grenaille, pour transmetteur.

Le transmetteur, ou microphone, se compose, soit d'une grille dont les barreaux sont faits de crayons de charbon de cornue enfilés les uns dans les autres, soit de deux

pastilles en aggloméré, soit encore de grenaille de charbon enfermée dans une boîte à parois métalliques minces (*fig. 68*). Ce dispositif est branché dans le circuit d'une pile, et les variations d'intensité de courant résultant des variations de pression du charbon, sous l'influence des vibrations sonores de la voix, vont impressionner le téléphone récepteur.

Celui-ci est composé d'une rondelle métallique sertie dans un anneau, et disposée à quelques millimètres des pôles d'un électro-aimant parcouru par le courant de la pile traversant les contacts imparfaits du microphone.

Le fonctionnement du téléphone est aisé à comprendre.

Pour appeler son correspondant, on commence par appuyer sur le bouton d'appel, ce qui envoie le courant de la pile dans la sonnerie du poste avec lequel on veut entrer en conversation. La personne, avertie par le bruit de la sonnette de son poste, répond qu'elle est prête à entrer en communication en sonnante à son tour. Le ou les récepteurs téléphoniques sont ordinairement suspendus à des crochets disposés sur le transmetteur; l'un de ces crochets est mobile : c'est un levier monté sur pivot et muni d'un ressort de rappel qui, lorsque le récepteur est décroché, ramène ce levier au contact d'un plot relié à la ligne de conducteurs, si bien que la sonnerie se trouve retirée du circuit et le téléphone mis en ligne par le déplacement automatique de ce levier commutateur. La conversation terminée, en raccrochant les récepteurs, le levier, tiré en bas par le poids de ceux-ci, abandonne le premier contact, et vient en toucher un autre qui remet, comme précédemment, la sonnerie en circuit, de manière que tout se trouve prêt pour un nouvel appel.

La forme des appareils microtéléphoniques pour appartements est très variée, et les constructeurs se sont évertués à combiner les formes présentant le plus de commodité possible pour la manipulation, la transmission et l'audition de la voix. Signalons les postes forme pupitre (*fig. 69*), forme porte-montre, où le récepteur remplace la montre, les postes s'accrochant aux murs, les récepteurs à poignée, etc. Il existe encore de nombreux autres types de téléphones domes-

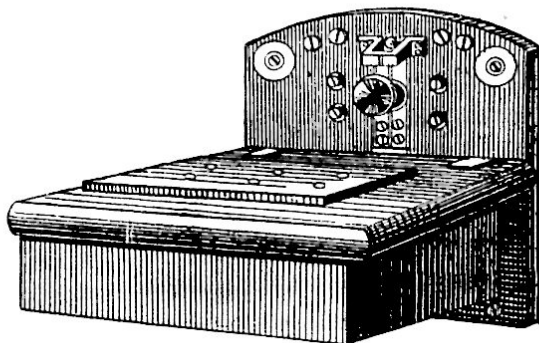


Fig. 69. — Microphone transmetteur forme pupitre.

tiques répondant à toutes les exigences du luxe et de l'élégance, en bois uni, orné de cannelures et de motifs sculptés, avec accessoires en métal nickelé : crochets de suspension, appels, etc.

Il existe aussi des modèles à bon marché pouvant se placer sur n'importe quel réseau de sonnettes électriques d'appartement qu'ils complètent, permettant ainsi au maître ou à la maîtresse de maison de donner ses ordres de vive voix à ses domestiques sans qu'il soit nécessaire de les

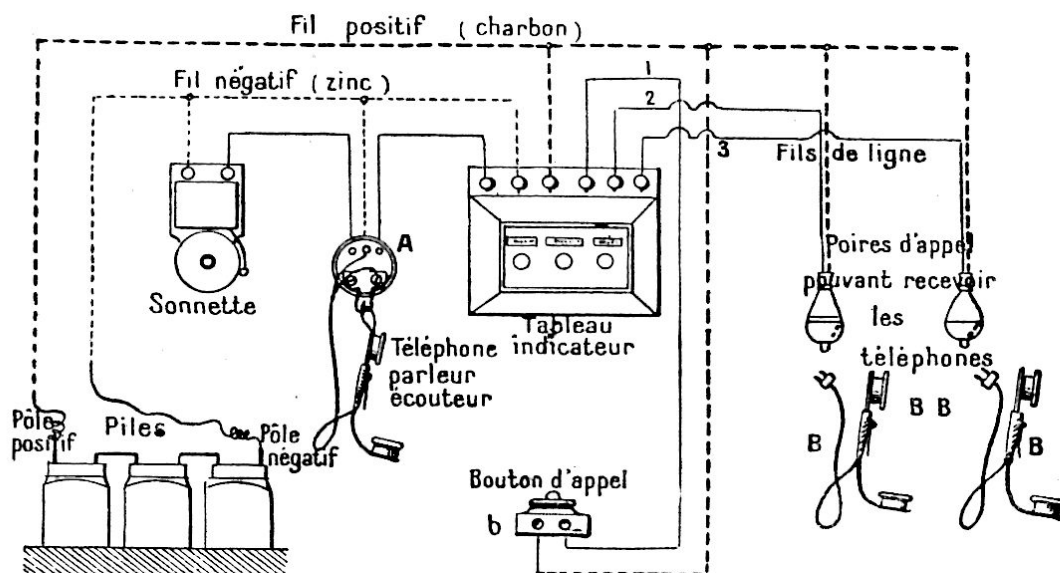


Fig. 70. — Pose de téléphones sur un réseau de sonnettes.

appeler auprès de soi (fig. 70). On peut croire qu'en raison des incontestables avantages fournis par ces appareils, le moment n'est pas éloigné où les intérieurs, même les plus modestes, seront pourvus de ces si utiles instruments.

Lorsqu'un réseau comporte plusieurs postes, il doit être complété par un tableau annonciateur avec fiches de connexions. De cette façon, le préposé au service du tableau reçoit les demandes de communication, et il établit les connexions entre les lignes en enfonçant une fiche métallique, fixée à l'extrémité d'un cordon souple à deux conducteurs, dans le trou d'un commutateur correspondant à la ligne à mettre en circuit.

Pour éviter la présence continuelle d'un employé auprès d'un tableau jouant le rôle de bureau central, la maison Mildé a établi des modèles dans lesquels l'appareil est muni d'un commutateur comportant autant de directions que le réseau compte de postes, ou d'un tableau à fiches avec cordon souple permettant d'effectuer les connexions. Avec ce système, on peut correspondre directement et sans intermédiaire avec tous les postes du réseau.

Pose et vérification des postes téléphoniques domestiques. — Le choix de l'emplacement devant être occupé par les postes téléphoniques n'est pas sans influence sur le bon fonctionnement ultérieur de l'installation, ainsi que sur la durée des appareils eux-mêmes. Ceux-ci ne devront jamais, quel que soit leur système, être appuyés contre des parois trop minces, des cloisons en planches par exemple, parce que les vibrations de ces supports pourraient nuire à la transmission ou à la réception des sons articulés, et gêner ainsi considérablement les conversations. De même, il faut éviter de fixer les appareils sur des murs humides qui amèneraient l'oxydation rapide des contacts métalliques et causeraient à bref délai la détérioration des organes intérieurs, le décollement des charbons et toutes sortes d'autres avaries. Cependant, au cas où l'on ne pourrait faire autrement que d'appuyer le microtéléphone contre un mur humide, il est prudent de l'isoler en intercalant, entre le bois de l'instrument et la muraille, des cales en matière isolante, imperméable et imputrescible, par exemple des anneaux en porcelaine, en ébonite, en fibre, dans le vide intérieur desquels passent les vis rattachant la tablette du microphone au mur.

Pour des raisons analogues, quoique diamétralement opposées, il faut éviter de placer un poste fixe trop près d'une cheminée ou d'une bouche de chaleur, parce que le bois de la boîte, se desséchant outre mesure, peut amener le dérèglement du microphone, le desserrage des vis et l'écaillement du revêtement de gutta des fils conducteurs.

Les postes téléphoniques devront être disposés à l'abri de

la poussière, car celle-ci, pénétrant dans la boîte et se déposant sur les contacts mobiles, peut interrompre les communications. Et la condition essentielle à observer, dans les installations de téléphones, plus encore que dans celles de sonnettes et d'éclairage, c'est la conservation rigoureuse de l'isolement des canalisations, surtout aux points de jonction avec les fils de dérivation.

Les postes et leurs accessoires ayant été mis en place, il est bon, avant de les relier à leurs lignes, de vérifier leur fonctionnement. A cet effet, on attache les fils d'une pile aux bornes d'attache correspondant à la ligne et au retour, ce qui met l'appareil en court-circuit. La sonnerie doit alors retentir sans interruption, jusqu'au moment où, en appuyant sur le bouton d'appel, le courant est interrompu. On met alors les fils de pile à leurs bornes respectives et l'on relie provisoirement ensemble les deux bornes de ligne du poste en essai. Si les communications sont bonnes, on doit entendre un bruit sec dans le récepteur quand on passe le doigt sur la planchette du microphone.

Les postes microtéléphoniques fonctionnent parfaitement avec deux éléments couplés en tension; toutefois, pour les distances un peu grandes, on peut prendre trois ou quatre piles sèches, mais jamais davantage, car un excès de force électromotrice peut donner naissance à des crépitements dans les récepteurs, chose souvent gênante et qui trouble la conversation.

Avant de mettre en service un réseau de téléphones ou de tableaux, il est utile de vérifier toutes les connexions, bornes d'attache, intégrité des fils conducteurs et des sonneries d'appel. Pour ces dernières, on s'assure que le réglage de la vis-butoir appuyant sur le ressort trembleur est bon. On vérifie également les paillettes des boutons d'appel, que l'on peut passer à la toile d'émeri fine si elles sont oxydées.

Soins d'entretien des postes et des lignes de téléphones domestiques. — Les bruits désagréables de *frittura* qui viendraient à être constatés dans les appareils microtéléphoniques peuvent résulter d'un contact imparfait, prove-

nant d'un serrage insuffisant des fils sur les bornes, ou bien de fils dénudés se trouvant accidentellement en contact, de piles en mauvais état, ou encore, comme nous venons de le dire, de l'exagération du nombre d'éléments de la pile.

L'affaiblissement de la transmission de la voix peut être la conséquence du dérèglement des récepteurs ou de l'épuisement de la pile.

Si le défaut provient du trop grand éloignement, ou, au contraire, du rapprochement exagéré de la rondelle des faces polaires de l'électro, il faut rétablir, en manœuvrant la vis de rappel, l'écartement normal, lequel doit être d'environ un demi-millimètre. Si ce défaut est imputable à la batterie, il faut recharger les éléments ou les changer.

L'interruption complète de la transmission est due, le plus souvent, à la rupture d'un des fils du cordon souple. Pour s'en assurer, on met les bornes en court-circuit par un fil provisoire, et on frappe du doigt sur la planchette. Si l'on n'entend rien, c'est que l'interruption est bien dans ce poste ; s'il possède deux récepteurs, on réunit, afin de localiser l'endroit où se trouve la détérioration, les deux bornes de l'un ensemble et on écoute avec l'autre téléphone, puis on répète cette vérification avec l'autre récepteur, de façon à déterminer quel est l'appareil en mauvais état.

Il peut arriver qu'en soulevant le récepteur d'un poste, il se produise un bruit continu provenant de la sonnerie du poste correspondant, actionné par le courant de la pile. Ce bruit cesse aussitôt que la personne arrivant à ce poste décroche son téléphone pour répondre. Pour remédier à cet état de choses, il faut, ou bien diminuer le nombre d'éléments de la batterie actionnant les postes, ou armer davantage le ressort antagoniste de l'armature de l'électro-aimant de la sonnerie.

La plupart des dérangements que l'on peut relever dans les réseaux de téléphones proviennent de ruptures de fils ou défauts de conductibilité, dérivations, mélanges ou pertes à la terre. Pour déterminer d'une façon certaine la nature de ces dérangements, il faut recourir aux indications d'une boussole de monteur, d'un galvanomètre ou voltmètre,

branchés dans le circuit d'un élément de pile sèche, et procéder de la même manière qu'on le fait pour la recherche des pertes et des défauts d'isolement sur les lignes télégraphiques et les canalisations d'éclairage électrique.

Le téléphone, malgré sa sensibilité, ou plutôt en raison même de son extrême sensibilité, constitue un instrument défectueux pour une semblable recherche, car le plus souvent il donne des indications susceptibles d'induire en erreur sur la nature réelle de ces dérangements, plutôt que des indices exacts et utiles à se procurer. Lors donc qu'une ligne de téléphones privée cesse de pouvoir transmettre la parole, et avant d'attribuer la raison de ce dérangement à un organe déterminé, il faut d'abord inspecter minutieusement tous les points d'attache des fils aux récepteurs, à la pile et aux charbons du microphone. Après avoir ainsi vérifié attentivement tous les circuits du poste, et remis ou trouvé tous les organes de ce poste en bon état, on constate que les communications demeurent cependant impraticables; on peut en conclure alors que le dérangement se trouve sur la ligne ou dans les appareils de l'autre poste. Pour s'assurer de l'état de conservation de la ligne, on isole les fils au poste correspondant, en les mettant à la terre ou en les réunissant ensemble, suivant que la ligne est simple ou double, puis on vérifie celle-ci à l'aide du galvanomètre ou du voltmètre en faisant circuler le courant d'un élément de pile et examinant la déviation de l'aiguille. En procédant de proche en proche, on finit par localiser le défaut qui consiste le plus souvent en un court-circuit entre des fils dépourvus de leur isolant.

Il ne faut pas, pour les réseaux de téléphones domestiques installés à l'air libre, par exemple entre deux points éloignés d'une propriété, faire usage de la terre comme retour, dans le but d'économiser le prix d'un conducteur. Les communications seraient presque toujours défectueuses. Il est nécessaire d'employer deux fils de cuivre ou de bronze siliceux nus, tendus sur des poteaux écartés de 150 à 200 mètres l'un de l'autre. La dépense ne sera pas beaucoup plus élevée, et l'on aura moins à redouter les dérangements ultérieurs par induction, mélanges, pertes à la terre, etc.

Fonctionnement des allumoirs. — Les allumoirs électriques sont des appareils d'une incontestable utilité, car ils permettent de supprimer radicalement l'usage des allumettes chimiques dont il n'est pas besoin de rappeler les inconvénients. Ils peuvent d'ailleurs se brancher sur tous les circuits de sonnettes, de téléphones et d'éclairage alimentés par des piles au sel ammoniac sans la moindre complication, et ils complètent par leur présence les avantages de ces divers appareils.

Il existe plusieurs variétés d'allumoirs électriques, mais nous ne nous occuperons que des modèles fonctionnant sur le courant des piles, c'est-à-dire de ceux à étincelle d'extra-courant et à incandescence.

On donne le nom d'extra-courant ou de self-induction au phénomène d'induction qui se produit par un courant induit sur un autre. Si, dans une bobine entourée d'un fil conducteur et contenant un noyau de fer doux, on fait circuler un courant primaire, on observe qu'à la fermeture du circuit, le courant n'atteint pas immédiatement sa valeur maximum, de même qu'à l'ouverture, il ne tombe pas instantanément à zéro. Ces effets sont dus à l'induction de chaque portion de courant sur les spires de fil superposées, et il en résulte qu'au moment de la rupture le courant induit se trouve renforcé considérablement par ce phénomène d'auto-induction.

On a donc songé à utiliser cette propriété des courants induits pour produire une étincelle électrique de haute tension suffisamment chaude pour enflammer un combustible gazeux tel que le gaz d'éclairage ou l'essence minérale, qui dégage, à la température ordinaire, des vapeurs inflammables.

Le modèle le plus simple d'allumoir électrique basé sur ces données consiste en une simple planchette qui se fixe au mur et porte à sa partie inférieure une petite bobine de self-induction. Une lampe à essence est maintenue appliquée contre cette planchette par deux lames élastiques dont l'une est reliée au fil de sortie de la bobine. Au-dessus de la lampe, sur le côté droit, se trouve un levier articulé,

mobile autour d'un pivot et qui porte à son extrémité un tampon s'appliquant sur le bec de la lampe et formant éteignoir, en même temps qu'une griffe ou un pinceau de fils métalliques qui peut venir frotter sur ce bec quand on relève le levier à l'aide d'une clé en matière isolante. La griffe est en rapport avec le fil négatif de la pile, et le fil d'entrée de la bobine avec le fil positif.

Le fonctionnement de cet appareil est aisé à saisir. La lampe, la bobine et la griffe sont intercalées dans le circuit de la pile à la façon d'une sonnerie, mais comme, pendant le repos, la griffe ne touche pas le métal de la lampe, le circuit est ouvert et la pile inactive. En manœuvrant la clé, on relève le bouchon-éteignoir, la griffe frotte sur le bec et fait jaillir, en s'en séparant, une étincelle d'extracourant très chaude et qui enflamme les vapeurs d'essence. La lampe ainsi allumée peut ensuite être dégagée des lames qui la maintiennent et transportée à distance.

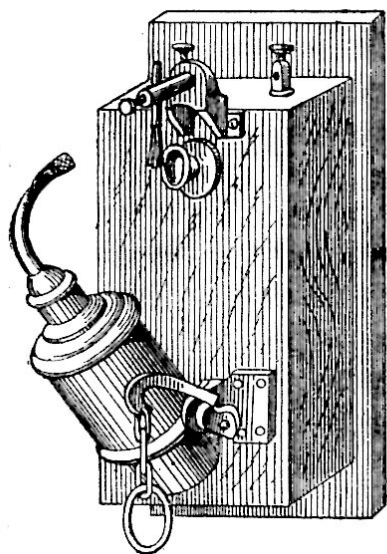


Fig. 71. — Allumoir électrique à étincelle.

De nombreuses formes ont été données aux allumoirs à étincelle. Dans certains modèles, la lampe est fixe et maintenue au pied par un ressort obligeant le bec à s'appliquer contre un godet servant d'éteignoir. En tirant sur un anneau, on force la lampe à pivoter et pendant ce mouvement, le bec frotte contre un pinceau de fils métalliques d'où jaillissent les étincelles qui l'allument (*fig. 71*).

Beaucoup de modèles d'allumoirs que l'on trouve dans le commerce sont agencés sur le couvercle d'une boîte contenant deux piles sèches et une petite bobine d'induction; on les accroche au mur et ils fonctionnent tant que la pile n'est pas entièrement déchargée.

On a également combiné des allume-cigares et des briquets électriques basés sur ces mêmes principes, se distin-

quant simplement par les dispositions données aux différents organes constitutifs.

Allumoirs à gaz. — Les robinets auto-allumeurs pour le gaz fonctionnent exactement de la même façon et ils sont disposés comme suit :

Sur le boisseau qui contient la clé est fixé un dé en matière isolante (ébonite, fibre ou ivoirine), qui porte une lamelle flexible en acier, vissée verticalement sur ce dé et qui est reliée au fil de sortie de la bobine. La clé mobile du robinet est munie d'une tige recourbée qui vient s'appuyer contre la lamelle quand on ouvre ce robinet, dont la masse est en rapport avec le fil négatif de la pile. Il résulte donc de cette disposition que lorsqu'on donne issue au gaz en tournant la clé, il jaillit une étincelle d'extra-courant au moment où la tige abandonne la lamelle qu'elle a forcée à ployer. Cette étincelle enflamme un jet de gaz qui arrive par un tube capillaire vissé sur le boisseau et débouchant auprès de l'extrémité de la lamelle. La flamme se propage verticalement, vient allumer le gaz s'échappant du bec de lumière, puis s'éteint immédiatement. L'intensité de la lumière et le débit de gaz du robinet peuvent être ensuite réglés à volonté sans que la fuite du tube capillaire reparaisse.

Cet ingénieux système peut s'appliquer aux becs de gaz de toute espèce, à flamme, à air libre ou à manchon à incandescence Auer. Son installation est fort simple et peut s'opérer sur tous les circuits de sonneries électriques. On relie la canalisation de gaz par un fil de dérivation au pôle négatif de la pile, et la borne d'entrée de la bobine de self au pôle positif. De la borne de sortie de cette bobine partent autant de petits fils secondaires qu'il y a de robinets à actionner, et ces fils viennent s'attacher à chaque lamelle élastique en acier isolée sur le dé en ébonite.

Allumoirs électriques à incandescence. — Ces appareils dérivent d'un principe tout différent des précédents et rendent inutile la présence d'un transformateur d'induction.

Ils sont basés sur l'élévation considérable de température

que subit une petite spirale formée d'un fil de platine excessivement fin lorsqu'un courant électrique d'une certaine intensité les traverse. Cette spirale est assez fragile et son emploi exige un peu de précautions si l'on ne veut pas la rompre quand on retire la lampe de son support.

Ces appareils exigent un courant assez intense pour rougir instantanément la spirale. Installés à demeure le long d'un mur, comme les précédents, ils doivent être alimentés par le courant de piles au bichromate ou d'éléments au sel ammoniac à sacs d'aggloméré de grandes dimensions.

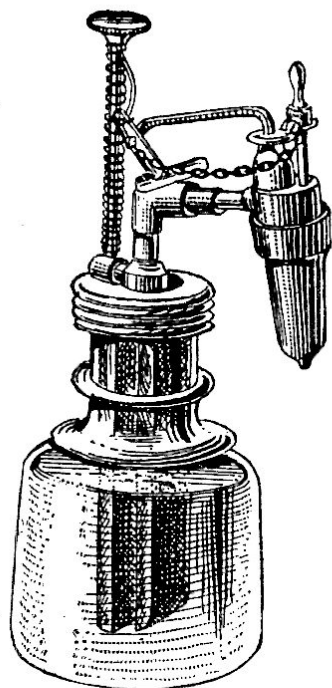


Fig. 72. — Allumoir à incandescence le « luciphore ».

Il existe des modèles d'allumoirs portatifs à fonctionnement automatique. Dans un modèle imaginé par Radiguet (*fig. 72*), on allume une petite lampe à essence simplement en appuyant sur un bouton. Ce bouton termine une tige verticale engainée dans un ressort à boudin qui a pour effet de faire remonter la tige dès qu'on l'abandonne à elle-même. En appuyant, on oblige une lame de zinc amalgamé à descendre dans une solution de bichromate très concentrée, renfermée dans un bocal de verre contenant deux plaques de charbon comme une pile-bouteille.

En même temps que se produit un courant qui porte la spirale de platine à l'incandescence, un levier fait basculer le capuchon métallique recouvrant le bec de la lampe, et qui, au repos, protège l'inflammeur. Celui-ci arrive à quelques millimètres de distance de la mèche, et les vapeurs combustibles s'enflamment aussitôt. Le même modèle se monte sur planchette-applique, mais alors la source de courant est séparée de l'inflammeur, et le courant arrive par des fils tendus le long des murs, comme s'il s'agissait d'une sonnette.

Enfin, dans un autre modèle servant à l'allumage des becs

de gaz et dont la figure 73 montre une coupe, la pile au bichromate est enfermée à l'intérieur d'un récipient étanche, en ébonite, que la solution excitatrice ne remplit qu'à moitié, de manière à ne pouvoir, au repos, arriver au contact du zinc et des charbons. Ce récipient cylindrique est sur-

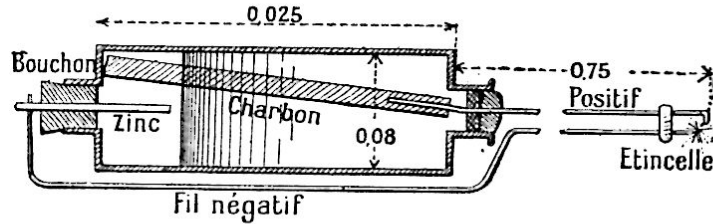


Fig. 73. — Coupe d'un allumoir à pile inversable.

tube en métal nickelé, de faible diamètre, portant à son extrémité une fenêtre allongée au travers de laquelle on aperçoit la spirale de platine montée sur deux dés de fibre,

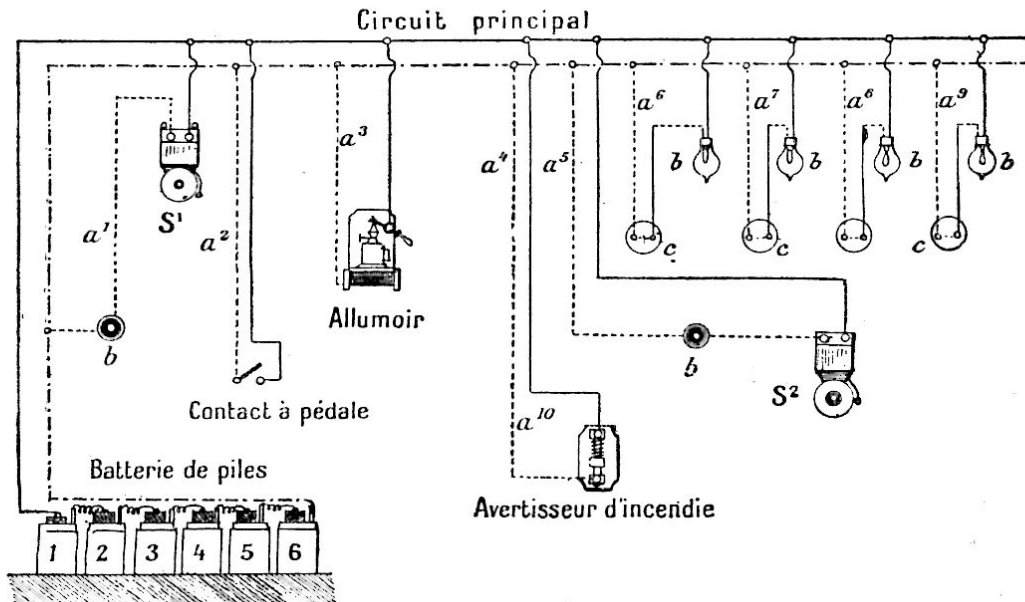


Fig. 74. — Installation domestique par piles au sel ammoniac : 1 allumoir, 1 avertisseur d'incendie, 1 contact secret, 4 lampes intermittentes, 2 circuits de sonnettes.

et reliée par des fils soigneusement isolés aux deux pôles de la pile.

Pour se servir de cet appareil, il suffit de le prendre à la main et de le retourner de façon que la solution de bichromate vienne attaquer le zinc. Le courant ainsi développé

amène aussitôt la spirale à l'incandescence et le gaz s'allume en la rencontrant.

Nous arrêterons ici cette revue des appareils que l'on peut intercaler sur les circuits intérieurs alimentés par des piles (*fig. 74*), et terminerons ce petit livre par une dernière catégorie d'applications domestiques de l'électricité exigeant le courant des dynamos, que celles-ci se trouvent dans une station centrale de distribution ou dans la maison même, ainsi que cela a été expliqué au cours du premier chapitre de cet ouvrage.

APPLICATIONS DIVERSES

Classification et fonctionnement des moteurs électriques. — Un moteur électrique à courant continu n'est pas autre chose qu'une dynamo. Celle-ci transforme le mouvement qui lui est communiqué en énergie électrique, tandis que celle-là reçoit du courant et fournit, en échange, du travail mécanique, grâce à la propriété que possèdent ces machines d'être *réversibles*. On distingue donc ces machines en deux classes : les premières, qui sont actionnées mécaniquement, sont les *génératrices*, les autres, qui absorbent du courant, sont dites *réceptrices*.

Pendant longtemps, on n'a eu que le courant continu pour alimenter les moteurs électriques, puis, lorsqu'on a commencé à utiliser les puissances naturelles gratuites que l'on pouvait envoyer au loin économiquement en donnant à l'énergie électrique la forme de courants alternatifs simples ou polyphasés, le besoin s'est fait sentir de réceptrices capables de fonctionner convenablement avec ce genre de courants de toute fréquence, de 15 à 100 périodes par seconde. La solution pratique ne fut pas aisée à trouver ; on tâtonna longtemps, mais la découverte des *champs magnétiques tournants*, effectuée par le professeur Ferraris, fournit la réponse cherchée à ce problème. On peut trouver aujour-

d'hui dans le commerce des moteurs électriques fonctionnant sur toutes sortes de courants : continu à basse tension, de 50 à 500 volts, alternatifs monophasés ou triphasés de toute fréquence. Ces derniers, qui peuvent tourner à une vitesse variable, différente de celle des génératrices ou *alternateurs* leur fournissant le courant, sont dits *asynchrones*.

Pour les usages de la vie domestique, le moteur électrique représente certainement l'idéal. Il n'exige aucune surveillance; il suffit de remplir d'huile de temps à autre ses godets graisseurs. Il n'est pas encombrant, avantage qui a son importance dans les grandes villes où l'espace est si mesuré tout en étant payé fort cher. La première personne venue peut le diriger; la mise en marche et l'arrêt s'obtiennent instantanément, aussi facilement que l'allumage et que l'extinction d'une lampe à incandescence. Il suffit de tourner la manette d'un rhéostat de démarrage qui règle la vitesse de rotation en intercalant une résistance additionnelle plus ou moins grande dans le circuit. Le réglage une fois opéré, la vitesse se maintient absolument uniforme, quelles que soient les variations de l'effort à exercer et la quantité de travail à produire, et ce, sans bruit ni à-coups, sans trépidation sensible, au moins pour les types de puissance moyenne. Quant à la sécurité, elle est absolue.

L'économie que procure le moteur électrique résulte, non seulement de la facilité de démarrage et d'arrêt qui permet de limiter la dépense d'énergie au strict nécessaire, mais encore par suite du rendement très élevé que fournit cet appareil lorsqu'il est bien construit, et qui lui permet de restituer à très peu de chose près la totalité de l'énergie dépensée. Sous ce rapport, le progrès qui a été réalisé est indéniable. Il y a une vingtaine d'années, un moteur électrique de 2 à 3 kilowatts n'avait qu'un rendement inférieur à 60 pour 100 et pesait environ 30 à 40 kilogrammes par kilowatt, alors qu'aujourd'hui, le rendement atteint couramment 85 pour 100, tandis que le poids ne dépasse pas 15 kilogrammes. Toutefois, avec la hausse persistante sur les métaux, qui continue encore maintenant, le prix est augmenté de 25 à 30 pour 100 environ.

Applications des moteurs domestiques. — Dans la plupart des applications domestiques, on n'emploie que des moteurs de très faible puissance : un dixième de cheval-vapeur, et même moins, n'absorbant pas plus de courant qu'une lampe de 16 bougies.

Les plus petits modèles consomment de 60 à 80 watts et fournissent environ 2 kilogrammètres et demi par seconde, à la vitesse de 1600 tours par minute. Leur poids est de 6 kilogrammes et leurs enroulements calculés pour des tensions de 6 à 250 volts. La grandeur au-dessus fournit de 4 à 5 kilogrammètres pour une consommation de 120 à 150 watts, et le type le plus fort, pesant 12 kilogrammes, donne 8 kilogrammètres (un dixième de cheval) en absorbant 250 watts. Les principaux usages qui sont faits de ces petits moteurs dans les appartements résident dans la com-

mande des ventilateurs et autres petits appareils. A la campagne, on peut les appliquer à la commande directe des pompes centrifuges pour l'élévation de l'eau.

Les ventilateurs électriques ont pour but de produire, pendant l'été, une agitation de l'air dont le résultat est d'accélérer l'évaporation à la surface de l'épiderme et de procurer une sensation de fraîcheur comme le font les éventails et les pankas. Il est recommandé, comme règle hygié-

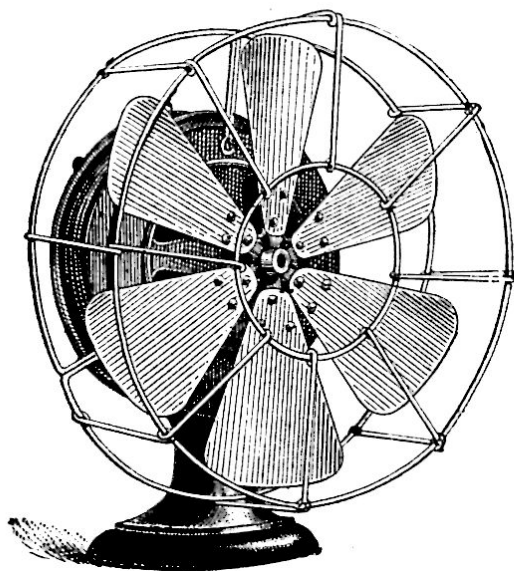


Fig. 75. — Ventilateur à moteur électrique.

nique de première importance, à tous ceux qui sont voués aux occupations sédentaires, de ne travailler que dans des pièces de grande capacité. Malheureusement tout le monde, à Paris surtout, ne saurait avoir un vaste cabinet de travail, mais on peut suppléer à l'exiguïté d'un appartement en le ventilant convenablement.

Les ventilateurs électriques (*fig. 75*) sont formés d'un pied vertical en fonte supportant le moteur, qui est enfermé à l'intérieur d'une boîte sphérique mettant ses organes intérieurs à l'abri de la poussière. Sur l'axe même de la bobine tournante est monté un moulinet à quatre ailes hélicoïdales en métal mince, entourées d'un *protecteur* ou cage en fil de fer évitant tout danger d'accident, au cas où quelqu'un s'approcherait trop près de l'appareil en marche. Au lieu d'être posé sur un meuble ou sur une console, le ventilateur peut être aussi suspendu au plafond par l'intermédiaire d'un tube-rallonge, ou fixé au mur à l'aide d'un raccord à genouillère, ou encore dissimulé à l'intérieur d'une cheminée d'appel.

Le moulinet tournant à la même vitesse que l'induit du moteur, c'est-à-dire à 1 500 ou 1 800 tours par minute, il en résulte un brassage énergique de l'air et une sensation de fraîcheur très sensible. Aussi ces appareils se sont-ils très répandus, non seulement dans les intérieurs luxueux possédant toutes les ressources du confort, mais encore dans les habitations bourgeoises possédant l'éclairage électrique.

Il existe des ventilateurs électriques pouvant fonctionner sur les courants alternatifs simples ou triphasés. Leur démarrage s'obtient aussi facilement qu'avec le courant continu; ils ne donnent pas davantage de trépidations, et leur vitesse est réglable.

Lorsqu'on dispose chez soi d'un réseau amenant le courant électrique, on peut utiliser les petits moteurs dans bien d'autres circonstances. La machine à coudre peut être munie d'un moteur de 4 kilogrammètres dont la vitesse est réglée par un rhéostat que l'on manœuvre à l'aide d'une pédale. C'est là une disposition particulièrement commode, car elle laisse à la couturière ses deux mains libres pour diriger son travail. Le moteur se fixe au moyen d'une vis de serrage sur la tablette de la machine, et commande celle-ci par une roulette de friction ou par une courroie passant sur le volant dont le diamètre est assez grand pour fournir la démultiplication nécessaire. Le démarrage et l'arrêt sont obtenus instantanément en agissant sur la pédale : en appuyant plus

ou moins sur celle-ci, on règle la vitesse à volonté; le fonctionnement est aussi souple que dans la marche à la pédale ordinaire.

Le moteur électrique à la campagne. — Le principal emploi du moteur électrique, à la campagne, est celui qui en est fait à la commande des pompes centrifuges ou rotatives, pour l'élévation des eaux et l'arrosage. En général, le moteur et la pompe sont accouplés directement ensemble et montés sur un socle commun, qui porte les plots du rhéostat de démarrage. Le moteur, qui donne environ 5 kilogrammètres pour une dépense de courant de 150 watts, tourne à 2500 tours en entraînant l'organe mobile de la pompe qui peut débiter environ 1 500 litres d'eau à l'heure pour une hauteur d'élévation de 3 à 4 mètres, aspiration comprise. Un modèle de plus grandes dimensions, tournant à 3000 tours par minute, peut élever l'eau à une hauteur total de 14 mètres. Le prix de ces appareils est relativement peu élevé.

Lorsque les foyers de lumière d'une installation d'électricité sont alimentés de courants alternatifs, ce qui arrive fréquemment en province, où l'on utilise autant que possible les forces naturelles gratuites que l'on transforme en énergie électrique envoyée ensuite à grande distance, on est obligé d'employer, si l'on a besoin de puissance motrice, des moteurs asynchrones. Mais si l'on a des accumulateurs à charger, ceux mêmes servant à l'allumage du mélange dans les cylindres d'une automobile, les courants alternatifs ne sauraient être utilisés, et l'on est obligé d'avoir recours à des dispositifs spéciaux.

Il existe des groupes transformateurs rotatifs pour charge d'accumulateurs, composés de deux machines accouplées arbre à arbre et montées sur un socle commun muni de quatre bornes : les deux premières pour l'entrée du courant de distribution, les deux autres pour la sortie du courant transformé et pouvant être emmagasiné dans les accumulateurs. Suivant que la première machine est alimentée de courants alternatifs ou continus de haute tension, son induit comporte ou non des bobinages internes; l'autre ma-

chine est toujours une dynamo fournissant un courant de bas voltage mais d'assez grande intensité. Par exemple, si la canalisation de distribution donne du courant à 120 ou 240 volts, et que le moteur absorbe 250 watts, le transformateur rotatif abaissera cette tension à 6 ou 8 volts, en ramenant l'intensité de 1 à 25 ou 30 ampères, ce qui est très

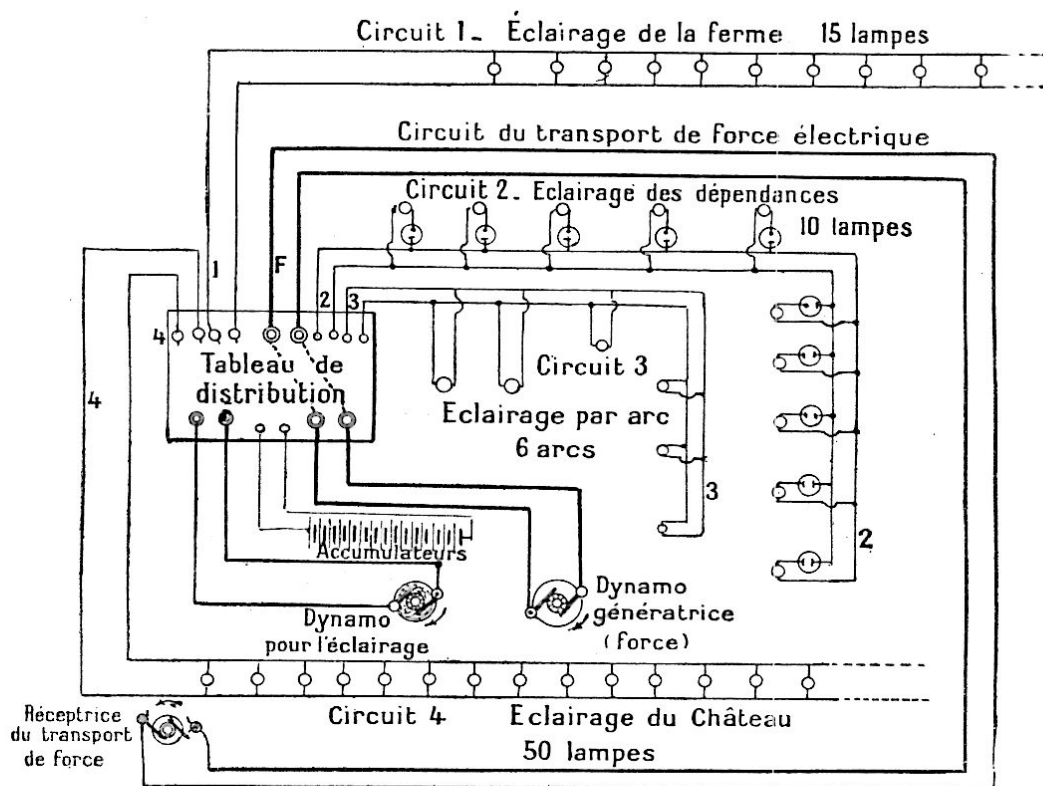


Fig. 76. — Plan général d'une installation d'électricité à la campagne : 3 circuits de lumière pour le château et la ferme, 1 circuit de transport de force.

suffisant. Le plus petit modèle de groupe de ce genre absorbe 180 watts et fournit 10 ampères sous une tension de 6 volts aux bornes de la dynamo.

Dans un atelier d'amateur, à la campagne, le moteur électrique peut encore actionner une foule d'outils agencés à poste fixe dans un local spécial pourvu d'un arbre de transmission à courroie passant sur des poulies fixes et folles, avec le rapport de vitesse convenable. On commande ainsi

des perceuses, des meules, et surtout des tours. Le moteur est agencé de manière à ce que son mécanisme soit protégé contre les poussières, les copeaux, etc. A cet effet il affecte la forme dite « blindée » ou « cuirassée » ; ses parties délicates sont enfermées dans un carter muni de regards en mica permettant de s'assurer de temps à autre de l'état de conservation des balais d'amenée de courant au collecteur, balais dont la durée est d'ailleurs très longue, car ils se font le plus ordinairement en charbon aggloméré, analogue comme composition aux crayons pour lampes à arc, mais de qualité spéciale assurant un bon frottement.

On peut encore actionner par l'électricité une petite écremeuse centrifuge ou tout autre outil agricole, tel que hachepaille, concasseurs, brise-tourteaux, coupe-racines, etc., servant à préparer la nourriture des animaux de ferme. Dans la cuisine, à la campagne comme à la ville, le moteur électrique peut actionner encore une transmission intermédiaire appropriée, le monte-plats, le tournebroche, la glacière, la machine à polir les couteaux, le hachoir. Dans toutes ces circonstances, ainsi que dans bien d'autres qui se présentent à l'esprit, le courant électrique exécute le travail dont il est requis, en serviteur discret, rapide et silencieux, et on ne conçoit pas, devant les services qu'il rend, que son usage ne soit pas universellement répandu dans toutes les maisons. La figure 76 représente le plan d'une installation de ce genre.

Le chauffage électrique. Petits appareils domestiques. — Pendant fort longtemps, le chauffage électrique a été considéré comme une utopie, d'ailleurs contraire au plus simple bon sens. Il semblait beaucoup plus simple et rationnel, pour préparer une tasse de thé ou toute autre infusion, de brûler un combustible quelconque sous la bouillotte contenant l'eau, que d'effectuer cette combustion à plusieurs kilomètres de là sur la grille d'une chaudière à vapeur, commençant une série de transformations de la chaleur en énergie cinétique, puis en énergie électrique jusqu'à l'endroit d'arrivée, où l'électricité reprenait l'aspect primi-

tif d'énergie calorifique. Une pareille manière d'agir, par laquelle on transporte de la chaleur le long d'une ligne de fils, paraît surtout entachée de gaspillage, toutes ces transformations absorbant chacune une petite partie de l'énergie, dont on ne recueille plus alors qu'une infime fraction à l'arrivée. Ce raisonnement était juste, tant qu'on obtenait l'électricité à l'aide de machines à vapeur, et les quelques instruments de chauffage proposés ne dépassaient pas des dimensions très modestes. Mais, d'une part l'utilisation des puissances naturelles gratuites telles que la houille blanche, d'autre part l'invention de nouveaux dispositifs de haut rendement, ont fait disparaître ce que ce raisonnement avait de trop absolu, et les appareils de chauffage électrique pénètrent de plus en plus dans l'usage général, non seulement pour des applications de peu d'importance ou durée, mais pour la cuisine et l'échauffement des locaux.

On sait que lorsqu'on fait passer un courant électrique d'une certaine intensité dans un conducteur résistant, ce conducteur s'échauffe proportionnellement à la quantité d'énergie dépensée. C'est même sur ce phénomène qu'est basé le fonctionnement de la lampe à incandescence et des rhéostats. Les premiers appareils de chauffage électrique étaient donc constitués par des fils très fins, ordinairement en platine, dégageant la chaleur ; devant les inconvénients multiples que ces fils présentaient, on les remplaça en premier lieu par des rubans extrêmement minces de métal ou d'alliage résistant, que l'on noya dans un émail recouvrant intérieurement la paroi des récipients à chauffer. Enfin on songea à rendre cet émail conducteur en l'additionnant d'une certaine proportion de métal en poudre fine, et, de progrès en progrès, on arriva aux résistances dites *métallo-céramiques*, qui peuvent être portées sans inconvénient jusqu'à la température du rouge vif, et dont la création a rendu le chauffage par l'électricité absolument pratique et capable de lutter avec tous les autres systèmes rivaux, même sur le terrain du prix de revient de l'unité de chaleur.

Parmi les nombreux petits appareils domestiques, les plus appréciés sont les fers à repasser (*fig. 77*), les fers à friser

et les bouilloires pour l'eau de toilette. Pour obtenir un litre d'eau bouillante, il faut dépenser 100 watts avec les récipients à spirale métallique noyée dans l'émail, alors

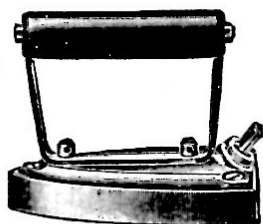


Fig. 77. — Fer à glacer.

qu'il faut brûler, pour obtenir le même résultat, 16 grammes de pétrole, 12 grammes d'essence minérale ou 60 litres de gaz de houille. Or, en comptant le gaz à 20 centimes le mètre cube, l'essence à 0 fr. 60 le litre, le pétrole à 0 fr. 50 et l'électricité à 40 centimes le kilowatt-heure, le litre d'eau bouillante revient à 1 centime 2 avec le gaz, 1 centime avec le pétrole ou l'essence, et à *quatre centimes* avec l'électricité, soit quatre fois plus cher qu'avec un chauffage direct. C'est un prix un peu excessif, mais il a été notablement abaissé avec les résistances métal-céramiques qui fournissent un rendement très supérieur, comme nous le montrerons plus loin.

Branchés sur un réseau de distribution à 110 volts, les fers à repasser et à glacer consomment de 2 à 6 ampères, suivant leur taille et leur poids. Il en est de même pour les fers à friser, qui ne prennent pas plus de 2 à 3 ampères.



Fig. 79. — Bassinoire électrique.

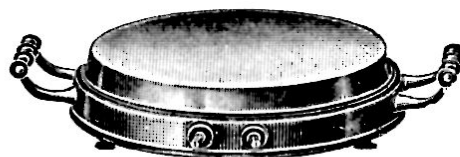


Fig. 78. — Chauffe-plats.

On fait surtout des *chauffe-pieds*, *chauffe-plats* (fig. 78), *chauffe-linge*, des *bassinoires* (fig. 79), et même des *chauffe-bains* alimentés par le courant électrique. Les premiers n'absorbent que 1 à 2 ampères, mais il ne faut

pas regarder à la dépense pour les derniers, qui consomment 120 ampères sous 110 volts. En une demi-heure, on peut élever de 25 degrés la température de 200 litres d'eau,

ce qui correspond à 7 kilowatts-heure. Si l'énergie est vendue, comme plus haut, 40 centimes le kilowatt-heure, le chauffage d'un bain revient à 4 fr. 20. C'est dire qu'il faut, pour utiliser ces appareils, avoir du courant ne coûtant que quelques centimes le kilowatt-heure. A trois centimes le kilowatt, le chauffage du bain revient à 24 centimes.

On a remplacé les bouillottes et bassinoires par des *chauffe-lits* électriques en cuivre jaune, entouré d'une enveloppe de molleton. Ces récipients se branchent sur la canalisation générale par un cordon souple à deux conducteurs. Leur consommation, sur circuit à 110 volts, n'étant que d'un demi-ampère, ils dépensent moins qu'une lampe de 5 bougies.

Chauffage électrique des appartements. — Les cheminées brûlant du bois, de la houille ou du coke, ont un rendement calorifique très faible et qui ne dépasse pas 10 pour 100. Les poêles à combustion vive sèchent l'air des pièces où ils sont allumés et le vicie, en même temps qu'ils chauffent inégalement. L'air chaud, plus léger, monte vers le plafond, alors que l'air froid appelé du dehors passe sous les portes et produit des vents coulis fort désagréables. Quant aux poêles à combustion lente et aux réchauds à pétrole, il est inutile de rappeler leurs défauts, dus à leurs émanations et aux gaz toxiques qu'ils laissent se dégager dans l'air des appartements. Les radiateurs à gaz n'échappent pas non plus à cette critique, et il en résulte que, exactement comme pour l'éclairage, il n'est qu'un système qui soit absolument à l'abri de ces défauts, c'est le chauffage électrique, qui ne produit aucun gaz, aucune fumée, dont les appareils se montent sur les mêmes conduites qui amènent la lumière et l'énergie, et fonctionnent ou s'arrêtent instantanément rien qu'en poussant la manette d'un commutateur.

On a longtemps cherché la forme pratique à donner aux chauffoirs électriques; il semble que ce soient les Établissements Parvillée qui aient donné la meilleure formule avec leurs modèles à résistances métallo-céramiques. Il est construit plusieurs modèles de poêles électriques basés sur

ces principes, et qui présentent extérieurement une surface en fonte émaillée et nickelée, à quatre ou six côtés mesurant 0^m,75 de haut sur 0^m,25 de côté. La plus petite dimension absorbe 12 ampères, sous 110 volts de tension, soit une puissance de 1 300 watts, correspondant à 1 100 calories-heure; le type au-dessus prend 24 ampères, soit 26 hectowatts.

Il existe également deux modèles de *braseros électriques*, construits en fer forgé et cuivre rouge repoussé. Tandis que les premiers conviennent aux vestibules, bureaux, cabinets de toilette, salles de bains, ceux-ci sont plutôt destinés aux salons, salles à manger, bibliothèques, etc. Le petit modèle consomme 1 300 watts, le plus grand 3 500, soit 32 ampères, et il dégage 3 000 calories-heure, c'est-à-dire une quantité de chaleur suffisante pour élever de 0° à 100° la température de 30 litres d'eau.

Pour de petites quantités de chaleur, on a songé à employer les lampes à incandescence ordinaires, en associant deux ou quatre lampes de 24 ou 32 bougies, à ampoules en cristal dépoli, à l'intérieur d'une caisse métallique dont le fond joue le rôle de réflecteur renvoyant dans la pièce la chaleur rayonnante des lampes.

En agencant convenablement des résistances dans des cadres, des tubes ou des boîtes, on établit des chauffeuses électriques pour tramways, automobiles électriques, chemins de fer, etc. Suivant le cas, la chaleur dégagée est disséminée par des bouches de chaleur, des ailettes métalliques ou des plaques en cuivre jaune ajouré. La consommation d'énergie de ces appareils est de 10 watts par décimètre carré de surface.

Pour les salles de réunion ou de spectacle, les ateliers, églises, etc., on construit des radiateurs avec lampes spéciales de chauffage ou résistances métallo-céramiques enfermées dans des caisses en fonte émaillée vert bronze avec panneaux nickelés et consommant de 35 à 75 ampères, sous des voltages variés, c'est-à-dire jusqu'à 10 kilowatts. On voit par cette simple énumération qu'il existe des appareils de chauffage répondant à tous les besoins de la vie usuelle.

Appareils électriques de cuisine. — A côté des radiateurs et poêles, il y a différents objets et récipients propres à opérer le chauffage rapide de l'eau et la cuisson des aliments. Bien qu'on ait utilisé dans ce but les résistances chauffantes, ce sont incontestablement les plaques métallocéramiques qui ont fourni les meilleurs résultats à tous égards.

Les objets à très faible consommation, pouvant se brancher sur toute prise de courant à la place d'une lampe à incandescence, sont les dessous de plat et les allume-cigares. Les premiers n'absorbent qu'une intensité de courant de 0,3 à 0,7 ampère, suivant leurs dimensions, c'est-à-dire pas plus qu'une lampe de 10 à 16 bougies; les autres, en forme de tube en noyer avec bouton-interrupteur, prennent de 0,4 à 0,8 ampère, juste pendant le temps que demande l'allumage du cigare ou de la cigarette.

Les réchauds, en fonte émaillée et nickelée, ont une forme circulaire, quadrangulaire ou de pyramide tronquée. Les cafetières et théières (*fig. 80 et 81*) conservent à peu près leurs formes

habituelles. Le plus petit modèle, pour la chambre de malade, cabinet de toilette, etc., avec plateau supérieur en fonte polie mesurant 15 centimètres de côté, donne assez de

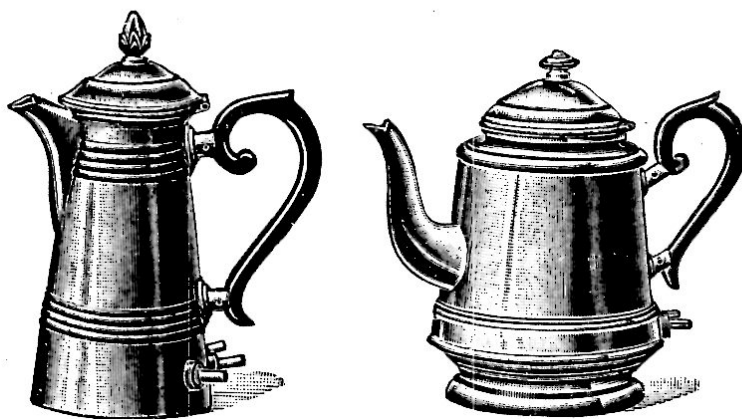


Fig. 80 et 81. — Cafetière et théière à chauffage électrique.

pour pouvoir porter à l'ébullition, en moins d'une demi-heure, un demi-litre d'eau, demande 3 ampères. Les modèles plus grands consomment 12 et 18 ampères, et un dispositif spécial permet d'avoir deux allures de chauffage. Les fourneaux à deux foyers sont en tôle et en fer poli et comportent deux

plaques chauffantes en fonte, l'une de 27 centimètres de côté consommant 13 hectowatts, l'autre de 32 centimètres prenant 20 hectowatts. Des interrupteurs permettent de réduire séparément de moitié la consommation de chaque foyer.

Un modèle particulier de réchaud est destiné aux réfectoires et s'emploie pour réchauffer à la température convenable les aliments dont la cuisson a été effectuée au préalable. La consommation est de 12 ampères sous 110 volts. Il se fait aussi des modèles de dimensions plus considérables

dépensant un total de 52 hectowatts, quantité de calorique suffisante pour un grand nombre d'opérations culinaires.

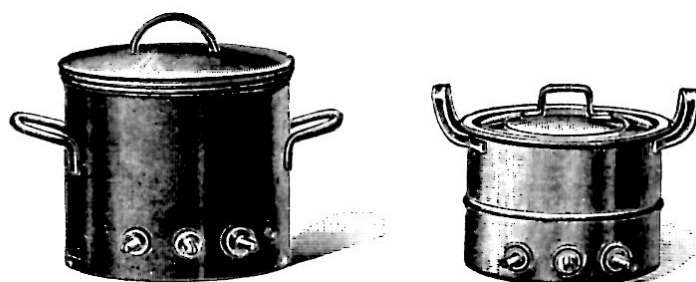


Fig. 82 et 83. — Marmites.

Les sauteuses et les marmites (fig. 82 et 83) se

font en nickel pur et demandent 15 ampères. Les poêles et marmites pour la cuisson des œufs ne dépassent pas 5 ampères.

Le gril électrique (fig. 84) constitue l'une des applications les plus intéressantes parce qu'il fournit un résultat très supérieur comme goût à la cuisson par le charbon ou le gaz, et sans la mauvaise odeur qui se dégage avec ces combustibles. Il ne faut pas plus de cinq minutes pour porter à 300° la température de la surface de la viande. En sept à huit minutes un bifteck ou quatre côtelettes sont prêts à être servis.

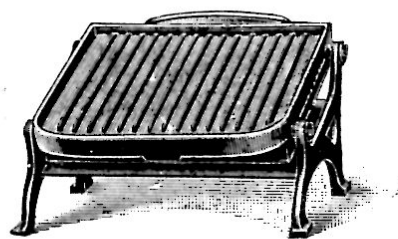


Fig. 84. — Gril électrique.

Le gril peut être également employé comme salamandre pour le glaçage des sauces et la préparation des rôties de pain. Il existe deux modèles, l'un de 25 ampères, l'autre de 40, celui-ci plus spécialement désigné pour les grandes

cuisines, et mesurant intérieurement 60 centimètres de largeur sur 30 de profondeur.

Les *chauffe-assiettes* sont des armoires dans lesquelles sont déposées les piles d'assiettes au sortir de la laverie, et où elles restent enfermées à l'abri de la poussière. Aux moments où l'on va avoir besoin d'assiettes chaudes, il suffit de tourner la clé de l'interrupteur pour chauffer un ou plusieurs compartiments; l'armoire étant intérieurement doublée de matières calorifuges, la chaleur est maintenue avec une très faible dépense. Il existe également des *cuit-œufs* électriques (*fig. 85*).

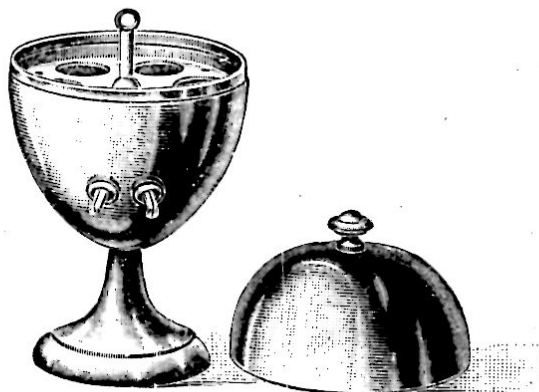


Fig. 85. — Cuit-œufs (avec le couvercle).

La rôtissoire est un récipient cylindrique en cuivre rouge ou en laiton, contenant une broche verticale, ce qui permet de cuire les rôtis sur toute la surface, sans qu'il soit nécessaire de les faire tourner sur eux-mêmes. Le modèle ordinaire convient pour les volailles ou pièces de viande jusqu'à 2 kilogrammes, et un dispositif spécial donne le moyen d'avoir deux allures de chauffage, l'une pour le début de la cuisson, afin d'éviter que le rôti reçoive un coup de feu, l'autre pour cuire la pièce jusqu'à son centre.

Pour un poulet du poids de 1 kilogramme, il faut 45 minutes et la dépense est de 600 watts-heure. Pour une pièce de boucherie de 1 500 grammes, la dépense est la même et dure le même temps, mais il faut chauffer le four pendant dix minutes avant d'introduire la viande. Une lèchefrite reçoit le jus qui s'écoule pendant la cuisson.

Les grands fours à rôtir, à chaleur réglable, peuvent opérer la cuisson parfaite de 50 kilogrammes de viande en trois heures, ce qui correspond à une dépense de 400 watts-heure par kilogramme de viande. L'intensité du courant à leur fournir est de 60 ampères, mais il existe aussi des

modèles plus petits, consommant 10 ampères et servant plutôt alors à la cuisson des pâtisseries.

Grandes cuisines électriques. — Une importante maison établit, d'après les principes qui viennent d'être exposés, des cuisines complètes, où le chauffage est entièrement électrique, et qui sont formées d'un meuble en tôle ou en fonte, en forme d'armoire, réunissant tous les appareils indispensables aux diverses opérations culinaires.

Un spécimen, que l'on a pu voir fonctionner à l'Exposition universelle de Paris 1900, mesurait 2^m,70 de hauteur, 1^m,70 de large et 0^m,75 de profondeur. A la partie inférieure se trouvait le four, commandé par divers interrupteurs permettant de régler la température pendant la cuisson, et consommant 60 hectowatts. Le gril était disposé au-dessus de ce four et était garni à sa partie supérieure de résistances métallo-céramiques, portées au rouge vif par le passage du courant et rayonnant directement sur les viandes disposées au-dessous sur une grille mobile. Un plateau rectangulaire mobile, placé sous cette grille, était destiné à recevoir les graisses. La consommation d'énergie électrique de ce gril était de 8 kilowatts.

Le chauffe-assiettes, disposé au-dessus du gril, était chauffé par les chaleurs perdues rayonnées par celui-ci. Enfin, un réservoir à eau chaude complétait l'appareil, avec un légumier, tous deux d'une capacité de 30 litres.

Les ascenseurs électriques. — L'ascenseur est une machine installée à poste fixe dans un bâtiment d'habitation et qui a pour but de transporter sans fatigue, aux différents étages de la construction, les personnes âgées, peu ingambes ou redoutant simplement la fatigue résultant de l'ascension pédestre d'un escalier.

Il existe deux classes nettement différentes d'ascenseurs : ceux dont la cabine est *supportée* par la tête d'un piston hydraulique mobile dans un cylindre vertical enfoncé dans un puits foré, et ceux qui ne comportent ni puits ni piston, et dans lesquels la cabine est *tirée* par un câble attaché à

son plafond et s'enroulant sur un treuil actionné mécaniquement.

Les ascenseurs à puits assurent une sécurité plus grande aux voyageurs que ceux à câbles, mais ils sont plus coûteux comme installation. L'eau sous pression peut leur être envoyée directement des conduites de distribution urbaines ou d'un réservoir placé dans les combles. Pour remonter ensuite la quantité d'eau dépensée à soulever le piston jusque dans ce récipient, on fait usage d'une pompe centrifuge ou à piston actionnée par un moteur électrique. C'est ce que l'on appelle alors un ascenseur *hydro-électrique*.

Pour réduire la dépense de travail juste à la quantité correspondant à l'effort utile, c'est-à-dire au soulèvement des personnes ayant pris place dans la cabine, tous les poids morts représentés par la cabine, le piston, les chaînes, etc., sont équilibrés soit à l'aide de contrepoids accrochés à l'extrémité d'un câble passant sur des poulies au sommet de la cage de l'ascenseur et s'attachant à la cabine, soit encore au moyen d'un piston hydrostatique de surface convenable, chargé en conséquence et appelé *compensateur*.

Pour les hôtels particuliers comportant deux ou trois étages, on peut employer l'une de ces dispositions, mais il est certain que l'ascenseur sans puits, avec treuil à commande mécanique, est plus économique.

Quand on dispose d'une canalisation d'électricité, l'emploi du moteur à courant continu ou alternatif, suivant la nature des courants distribués, est tout indiqué pour actionner le tambour du treuil à l'aide d'un système d'engrenages, de même que lorsqu'on veut mettre sous pression l'eau du cylindre d'un ascenseur hydro-électrique à pompe. Les divers mouvements de la cabine : montée, arrêt, descente, à vide ou en charge, sont commandés depuis cette cabine par la manœuvre de boutons-poussoirs fermant le circuit sur un servo-moteur exécutant les connexions voulues pour opérer le démarrage, le ralentissement graduel et l'arrêt de la cabine mobile. En même temps que l'ascenseur se déplace, un mécanisme particulier empêche l'ouverture des portes palières donnant accès, à chaque étage, dans la cabine. Ces

portes ne peuvent s'ouvrir que lorsque la cabine est arrêtée en face d'elles ; si quelqu'une est restée ouverte par mégarde, l'ascenseur ne peut être mis en marche.

Monte-charges et monte-plats. — Les monte-charges sont des ascenseurs simplifiés permettant de hisser au sommet des hautes constructions modernes les fardeaux de toute espèce, simplement déposés sur le plancher d'une cage dont les montants sont réunis par des croisillons, au point de réunion desquels est un anneau auquel vient s'attacher le câble de traction, passant sur deux poulies au sommet de la maison, puis redescendant s'enrouler sur le tambour d'un treuil à commande électrique disposé dans la cave.

Les *monte-plats* sont des monte-charges en réduction, mettant en relation les cuisines, lorsque celles-ci sont agencées dans les sous-sols, avec la salle à manger. Le ou les plateaux sur lesquels on dispose les plats se déplacent à l'intérieur d'une espèce de cheminée reliant les pièces superposées, et la corde sans fin opérant la traction est roulée sur l'arbre d'un treuil commandé par un petit moteur.

Ces divers appareils sont susceptibles, dans les logis bien ordonnés, de donner toute commodité pour le transport des mets, qui arrivent en moins de quelques secondes du fourneau jusqu'à la table. C'est le complément indiqué de toute installation d'électricité bien comprise, d'autant plus que les frais entraînés par l'usage de ces mécanismes accessoires sont relativement minimes.

Résumé. — Les quatre applications principales de l'énergie électrique aux besoins de la vie domestique sont donc, par ordre d'importance, l'éclairage, les signaux, téléphones compris, la force motrice et le chauffage, et on a pu se rendre compte, en parcourant cet ouvrage, des nombreuses circonstances de l'existence de tous les jours dans lesquelles l'électricité, convenablement utilisée, peut rendre les meilleurs services en raison de ses qualités toutes particulières.

La condition essentielle, fondamentale, à remplir pour réaliser toutes les applications successivement passées en revue dans ce livre, c'est celle du prix de revient de cette énergie, lequel doit être aussi bas que possible pour rendre pratique l'usage général, universel pourrait-on dire, du courant dans les mille détails de la vie journalière. Et c'est là que les sources naturelles de puissance deviennent précieuses.

Mais dans un domaine plus modeste, à la ville comme à la campagne, l'électricité est susceptible de procurer de nombreux agréments, en raison de la commodité de son emploi, surtout quand on n'a pas à s'occuper de sa génération. Et notre dernier mot sera pour encourager les amateurs à adopter les services de cette fée aux origines encore mystérieuses, car on n'aura qu'à se louer de sa promptitude et de son obéissance.





TABLE DES MATIÈRES

Moyens de produire l'électricité chez soi.

	Pages.
Applications domestiques de l'électricité.	5
Terminologie électrotechnique.	6
Matériel à réunir pour une installation.	8
Piles électriques pour l'éclairage.	9
Piles pour usages intermittents.	13
Courants des secteurs.	15
Station électrique privée.	18
La houille blanche ou verte. Moteurs hydrauliques.	19
Moulins à vent.	23
Les groupes électrogènes.	26
Moteurs à pétrole lampant.	28
Gaz pauvres.	29
Rôle des accumulateurs.	31
Agencement d'une station particulière pour l'éclairage électrique. .	33
Prix de revient du courant électrique.	36

L'éclairage électrique domestique.

Matériel à réunir pour une installation d'éclairage.	39
Calcul des conducteurs.	43
Supports des conducteurs.	45
Choix du genre de brûleurs.	46
Lampes à arc.	47
Lampes à incandescence.	51
Appareillage pour lampes à incandescence.	54
Appareillage de manœuvre et de sécurité.	56
Conditions à remplir pour une installation particulière.	58
Mise en place d'une installation d'éclairage.	59
Lanternes électriques portatives.	62

Sonnettes électriques et appareils avertisseurs.

	Pages.
Fonctionnement d'une sonnette	63
Matériel à réunir pour la pose d'un réseau de sonnettes	63
Appareils d'appel	66
Les lignes de conducteurs	70
Supports des lignes	72
Combinaisons de réseaux	73
Entretien des piles pour sonneries	76
Avertisseurs électriques	78
Gâche et serrure électrique	79
Avertisseurs d'incendie	80
Réveil électrique	82

Tableaux, téléphones, allumoirs.

Fonctionnement des tableaux indicateurs	83
Pose des tableaux	83
Les téléphones d'appartement	87
Pose et vérification des postes téléphoniques domestiques	91
Soins d'entretien des postes et des lignes de téléphones	92
Fonctionnement des allumoirs électriques	93
Allumoirs à gaz	97
Allumoirs électriques à incandescence	97

Applications diverses.

Classification et fonctionnement des moteurs électriques	100
Applications des moteurs domestiques	102
Le moteur électrique à la campagne	104
Le chauffage électrique, petits appareils domestiques	106
Chauffage électrique des appartements	109
Appareils électriques de cuisine	111
Grandes cuisines électriques	114
Les ascenseurs électriques	114
Monte-charges et monte-plats	116
Résumé	116