



ULTIMHEAT®

LE CHEZ-SOI NOUVEAU VIRTUAL MUSEUM

Etudes sur les dispositifs et les appareils d'art ménager.

par BAUDRY DE SAUNIER

(Voir les numéros des 7 et 14 janvier 1928.)

III. — L'ÉLECTRICITÉ AU FOYER

Dans le foyer nouveau, dans le foyer qui sera réalisé demain, l'électricité est partout en travail. Elle éclaire, chauffe, fait le balayage et la cuisine ; elle blanchit le linge et fait de la glace... Quelque aversion qu'on puisse avoir pour les locutions banales qui traînent de bouche en bouche, comment éviter d'appliquer à l'électricité le mot de *fee*? Si l'on se retrace le tableau d'un foyer d'il y a vingt ans seulement, avant qu'elle ne se révélât incomparable amie du Chez-Soi, comment échapperait-on, en présence de ses actes présents, à l'idée presque sottise de sorcellerie?

Mais c'est assez philosopher. Revenons aux questions pratiques. Il faut qu'avant d'aborder l'étude détaillée de chacun des appareils ménagers que j'ai jugés dignes de l'attention des lecteurs de *L'Illustration*, nous consacrons deux articles à l'étude de l'électricité sous sa forme domestique, puisque la plupart de ces appareils sont alimentés par le courant. Il va sans dire qu'il ne s'agit ici que de rechercher, pour les analyser rapidement, les sources du fluide précieux, d'exposer les précautions qu'exige son emploi et de discuter les prix auxquels il nous est livré à domicile. Cet examen fait, toute l'utilisation domestique du courant nous apparaîtra, ainsi qu'elle l'est, comme un ensemble de jeux nouveaux pour beaucoup, mais très faciles.

Il n'est pas possible, je le répète, de saisir et d'aimer l'art ménager d'aujourd'hui si l'on n'accompagne l'utilisation qu'on fait du courant électrique des notions pratiques et sommaires que je vais rappeler, ou mettre en clarté, je l'espère, pour ceux qui n'ont pas encore pu les distinguer dans les ténèbres de l'enseignement coutumier.

TOUT D'ABORD, D'OÙ VIENT-ELLE ? — Nous ne parlerons que des procédés de fabrication de l'électricité qui sont dits industriels, c'est-à-dire de ceux seulement qui offrent des qualités de constance dans le débit, de simplicité dans l'emploi et de bon marché, tout au moins relatif. Par conséquent, je tairai la production qu'on peut faire du courant au moyen de piles, puisqu'elle est à la fois très pénible, très irrégulière et terriblement dispendieuse.

La seule façon pratique qu'on connaisse encore actuellement de produire du courant électrique — et voici le résumé du problème — consiste à faire tourner au milieu des lignes de force que dégagent les masses inductrices d'un électro-aimant, dans le *champ* de cet *inducteur*, une bobine en fer doux dans laquelle sont logées des spires de fils de cuivre guipés (c'est-à-dire recouverts d'une petite gaine de soie pour que leurs spires ne se touchent pas électriquement). Cette bobine se nomme un *induit*.

Je viens de schématiser là une *dynamo*. Cette machine produit du courant « continu », parce que le courant alternatif qui naît dans ces spires en rotation est constamment *redressé* par un petit organe qu'on nomme un *collecteur*. Mais elle ne peut, pour raisons de constitution, fournir un courant qui ait d'origine les tensions élevées dont nous avons besoin à la sortie même de l'usine qui fabrique le courant. La dynamo ne peut convenir qu'à des usines moyennes qui n'exportent pas bien loin leurs produits ou à des installations privées et de très petite importance.

C'est par une machine analogue, mais aux organes inversés, par l'*alternateur*, qu'on obtient le courant « alternatif » puissant qu'émettent toutes les centrales modernes. Les caractéristiques essentielles de cette machine sont qu'elle ne possède pas de collecteur et que les bobines, dont l'ensemble forme l'induit, dans lesquelles prend naissance le courant, demeurent fixes tandis que les inducteurs, au contraire, tournent autour d'elles ou dans leur centre. D'ordinaire on appelle alors *stator* l'induit et *rotor* le système inducteur.

On classe les alternateurs, — qu'on me pardonne ces observations un peu arides, mais nécessaires, car les expressions qui les représentent apparaissent fréquemment dans les conversations d'aujourd'hui, — on classe les alternateurs d'après le nombre de jeux de spires qu'ils portent sur leur stator. L'alternateur d'un seul jeu d'enroulements donne du courant *monophasé* qui se distribue sur deux fils. L'alternateur de deux jeux donne du *diphasé* ou

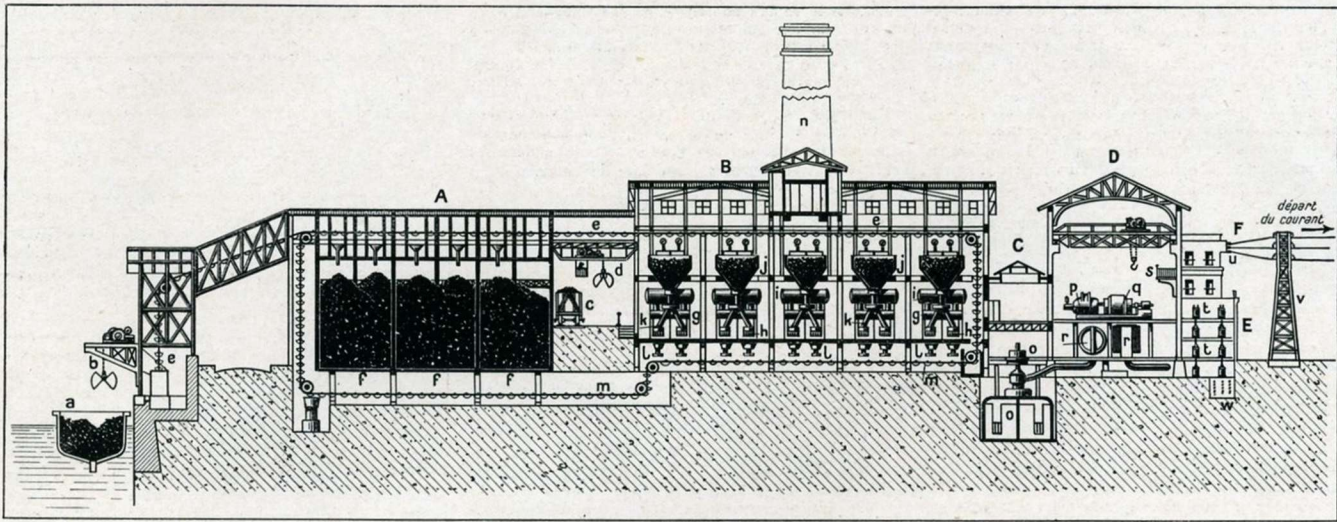


Fig. 1. — Installation schématique d'une Centrale thermo-électrique ou thermique.

A, ostiment des silos à charbon. — B, celui des chaudières. — C, celui des pompes. — D, salle des machines. — E, bâtiment de transformation et de distribution. — F, départ d'une ligne à haute tension. — a, arrivée du charbon par bateau. — b, grue de déchargement. — c, arrivée du charbon par wagon. — d, pont roulant de déchargement. — e, transporteurs mécaniques à godets. — f, silos. — g, groupe de chaudières. — h, foyers. — i, chaudière proprement dite. — j, petits silos d'alimentation d'un groupe de chaudières. — k, conduits d'alimentation des foyers. — l, évacuation des cendres et mâchefer. — m, évacuateurs à godets. — n, cheminée pour plusieurs groupes de chaudières. — o, pompes et galeries d'alimentation en eau de refroidissement. — p, turbine à vapeur. — q, alternateur. — r, condenseur. — s, poste central de manœuvre. — t, transformateur et tableau de haute tension. — u, départ d'une ligne aérienne à haute tension. — v, pylône de la ligne aérienne. — w, galerie de départ de lignes souterraines.

tétraphasé qui s'emploie sur trois ou quatre fils. Enfin, l'alternateur à trois jeux produit du courant triphasé qui s'en va au réseau d'utilisation par trois fils (montage en triangle) auxquels on ajoute, lorsque les trois enroulements ont un point commun ou *point neutre*, un quatrième fil qui se nomme le *neutre* (montage en étoile).

L'alternateur, ainsi que le dit son nom, ne fournit jamais que du courant alternatif, c'est-à-dire un courant qui change continuellement et très rapidement de sens, du positif au négatif et du négatif au positif. Le double changement que je cite ici se nomme la *période* du courant. Elle se reproduit plusieurs fois en une seule seconde (20, 30, 50 périodes, etc.). Un amateur, s'il est desservi par du courant alternatif, doit en connaître, sous peine de payer assez cher parfois son apprentissage, la *forme* (mono, di, tri-phasé) et la *fréquence* (nombre de périodes par seconde).

L'alternateur tourne souvent à plus de 2.000 tours à la minute et donne parfois directement un courant d'une tension de près de 10.000 volts.

... Donc, pour avoir du courant, il est indispensable que nous fassions tourner vite au milieu des « lignes » de force d'un champ magnétique, qu'on peut comparer grossièrement à des fils élastiques très tendus entre les masses polaires, l'un ou l'autre des deux organes majeurs d'une machine

électro-magnétique. Or, ces lignes de force s'y opposent tant qu'elles le peuvent! Il nous faut donc employer des moyens puissants pour vaincre cet antagonisme, pour faire tourner cette pièce au milieu de cette glu presque immatérielle qu'est le champ magnétique. Et nous obtiendrons dans l'induit ou le stator d'autant plus de courant que nous aurons dû employer plus d'énergie à la mouvoir! Dynamo et alternateur ne sont donc que des machines à transformer de l'énergie, des machines qui la reçoivent sous forme de mouvement et nous la rendent sous forme de courant électrique.

Tourner cette grosse bobine qu'est l'induit d'une dynamo, un assez modeste moulin à vent le peut faire, de même un ruisseau! Un simple particulier peut donc, théoriquement du moins, installer ainsi dans sa propriété, si ces sources d'énergie sont suffisamment puissantes et surtout si elles sont constantes d'un bout de l'année à l'autre, une petite usine électrique qui desserve son château, sa ferme. Mais les ressources de la *houille verte* (cours d'eau de faible débit) sont généralement assez précieuses.

De même le groupe électrogène (dynamo entraînée par un petit moteur à explosion), qui rend de si grands services parfois mais nécessite l'entretien d'une batterie d'accumulateurs, ne peut être cité ici qu'à titre de tout petit fabricant de courant.

Pour mémoire, je rappelle que l'utilisation des mouvements des marées (*houille bleue*) pour faire tourner des machines électro-magnétiques demeure à l'étude, ainsi que la différence des températures des eaux de surface et de profondeur dans les mers tropicales (procédé Georges Claude). Etc.

Pour obtenir de grands courants, des courants denses et constants qui s'en vont à plusieurs centaines de kilomètres « électrifier » les villes et les campagnes, nous n'avons à notre disposition, en somme, que deux engins capables de produire la rotation de ces énormes organismes : la machine à vapeur et la turbine hydraulique (sorte de roue actionnée par un courant d'eau). Dans le premier cas, l'ensemble des machines à vapeur, des alternateurs et des systèmes qui les accompagnent se nomme une *centrale thermique* (thermos, chaleur ; transformation de la chaleur en électricité). Dans le second, la réunion des turbines, des alternateurs et de leurs annexes forme une *centrale hydraulique* (gén. *hydros*, eau : transformation du mouvement de l'eau en électricité).

UNE CENTRALE THERMIQUE (voir fig. 1). — L'énergie ici transformée est celle que renferme à l'état latent le charbon de terre, dit aussi *houille*. Nous sommes donc en présence de la *houille noire*.

Une centrale thermique puissante consomme évidemment de grosses quantités de charbon. Aussi, à

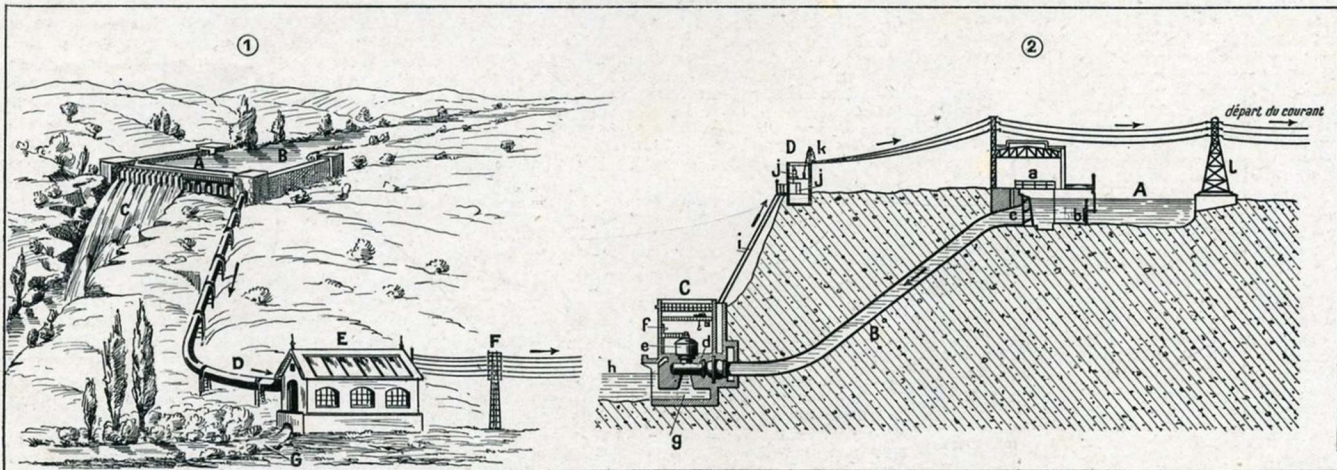


Fig. 2. — Installation schématique d'une Centrale hydro-électrique ou hydraulique.

1, Vue en perspective. — A, barrage. — B, eau retenue. — C, déversoir de trop-plein. — D, conduites amenant l'eau à la Centrale. — E, l'usine. — F, lignes transportant le courant à très haute tension. — G, retour au torrent. — 2, Coupe schématique d'une Centrale. — A, chambre de mise en charge des conduites, alimentée directement par le réservoir d'eau. — B, conduites souterraines. — C, l'usine. — D, station du transformateur élevant la tension du courant. — a, bâtiment de commande des vannes. — b, vannes. — c, grilles arrêtant les gros objets. — d, turbine. — e, alternateur à arbre vertical calé sur l'arbre de la turbine. — f, tableau général de manœuvre. — g, canal de fuite. — h, canal où l'eau s'évacue. — i, ligne de tension moyenne conduisant le courant à la station du transformateur. — j, transformateur et ligne de haute tension. — k, départ de la ligne de haute tension. — l, pylônes.

moins que des circonstances heureuses ne permettent son installation aux abords mêmes d'une mine et qu'ainsi le transport onéreux de la houille soit en partie évité, n'est-elle presque jamais établie ailleurs qu'en plaine et sur les rives d'un fleuve ou d'un canal qui lui apporte par chalands son combustible. Evidemment on choisit son siège à proximité aussi d'un grand centre urbain qui devient le principal consommateur du produit qu'elle va fabriquer.

Le charbon est véhiculé dans la centrale par des moyens entièrement mécaniques. Puisé dans les bateaux (ou les wagons, en cas de transport par voie ferrée) par d'énormes outils de déchargement, il est dirigé sur les pares ou silos par des transporteurs à godets, des courroies sans fin ou des conduits à pente appropriée. L'ensemble des chaudières, qui constitue la *chaufferie*, est établi à côté des silos. Les foyers forment ordinairement des groupes de deux; il y a six, huit, dix, vingt et plus de ces groupes. Le charbon leur est servi par des transporteurs qui remplissent de petits réservoirs placés au-dessus de chaque groupe de chaudières, et descendant par gravité sur les grilles. Un autre transporteur, placé sous les chaudières, évacue constamment les cendres et le mâchefer.

La vapeur produite atteint par des conduits soigneusement calorifugés la Salle des machines. Elle y actionne des turbines spéciales qui sont directement accouplées aux alternateurs. Les antiques machines à vapeur à pistons, de rendement mauvais, ne sont en effet plus jamais appliquées ici. Un groupe *turbo-alternateur* développe fréquemment une puissance de 15.000 à 20.000 chevaux.

Le courant produit ainsi est presque toujours du triphasé, pour des raisons techniques qui sont indifférentes au consommateur. Il peut être envoyé sous la tension d'origine (2.000 à 6.000 volts généralement) au lieu même d'utilisation si la distance n'exécède pas une quinzaine de kilomètres. Si elle est plus grande, il est indispensable que la tension soit élevée au moyen de transformateurs qui forment une station spéciale annexée à la centrale.

UNE CENTRALE HYDRAULIQUE (voir fig. 2). — L'énergie ici transformée est celle que contient à l'état latent la neige entassée en névés et en glaciers sur les hautes montagnes et qui s'en vient à l'usine sous la forme de courants d'eau. Nous sommes en présence de la *houille blanche*.

Nous remarquerons que le pourvoyeur suprême des centrales hydrauliques est le soleil, qui évapore l'eau des océans et en forme des nuages; le vent les porte aux montagnes sur lesquelles ils se condensent en neige. La neige, au printemps surtout, fond, descendant dans les vallées en fleuves qui retournent aux océans. Et le cycle éternel continue. Le soleil est du reste le suprême pourvoyeur aussi des centrales thermiques puisque le charbon n'est que du végétal, né et grandi autrefois sous ses rayons et de par sa magie, aujourd'hui fossilisé.

La centrale hydraulique ne peut donc être installée qu'en pays de montagnes, où les torrents, les cascades et les lacs sont nombreux, ou bien sur un fleuve rapide et de gros débit tel que le Rhône ou le Rhin. Le caractère général qu'elle présente diffère avec la nature de son alimentation. Si elle est nourrie par une grande hauteur de chute d'eau, mais d'eau peu abondante, elle habite la montagne sauvage: alors les travaux que nécessite son installation sont d'ordinaire relativement peu coûteux, parce que la nature fournit aux barrages que nécessite la centrale une partie de leurs parois, et de belle solidité! Elle se caractérise en ce cas par les énormes tuyaux qui, du fond de la montagne, courant le long des précipices, lui amènent l'eau. Si, au contraire, la chute est faible et le débit considérable (fleuves), la centrale hydraulique est installée presque en plaine et ressemble beaucoup à une thermique.

Dans la centrale hydraulique, l'eau arrive directement à la turbine, qu'elle actionne par son poids, soit par sa vitesse, son énergie cinétique. Puis elle s'échappe par un canal de fuite par où elle regagne le torrent ou la rivière dont on l'a momentanément détournée pour la faire travailler. La turbine hydraulique (qui, selon le type, fonctionne *noyée* ou *en surface*, qui a un axe horizontal ou vertical, etc.) actionne directement l'alternateur, comme le fait dans la centrale thermique la turbine à vapeur.

Des deux procédés, thermique ou hydraulique,

quel est le moins coûteux? Au premier abord, il semble que ce soit l'hydraulique, puisque l'énergie lui est gratuitement servie par la montagne et livrée, à la salle des machines même, par la pesanteur. Cependant les faits ne confirment pas toujours l'exactitude de cette impression. Les prix d'exploitation dans l'un et l'autre cas dépendent des frais d'installation, des œuvres d'art souvent considérables qu'il a fallu exécuter pour édifier la centrale. Une thermique posée à proximité immédiate du carreau d'une mine de charbon peut évidemment concurrencer gaiement une hydraulique qui n'a pu s'élever que sur des capitaux énormes, sur une maçonnerie de géants qui barre toute une vallée!

Il y a donc à la base de l'industrie du courant électrique de difficiles questions financières, que nous n'avons d'ailleurs pas à envisager.

LE TRANSPORT DU COURANT. — Si la centrale n'est pas à proximité directe des localités qui sont ses clientes, il faut qu'elle prenne des précautions toutes spéciales pour leur apporter à domicile sa marchandise, car un mode de livraison maladroit peut lui coûter extrêmement cher à la fois par le gaspillage qui est fait du produit en route et par l'élévation des capitaux qui sont là mis en œuvre et que naturellement il faut rémunérer.

Le transport du courant au loin (plusieurs dizaines et même quelques centaines de kilomètres) s'effectue à l'aide de câbles, en cuivre le plus souvent, qui sont cachés dans des canalisations souterraines ou, plus économiquement, suspendus en l'air à des *pylônes*. La grosseur du fil choisi et la tension à donner au courant qui doit le parcourir constituent des problèmes tout à fait délicats sur lesquels il est superflu que nous nous attardions. Il faut seulement savoir que le courant né à l'usine, même avec une tension relativement élevée de 10.000 volts, ne peut être envoyé dans les lignes que si l'on élève encore cette tension et dans des proportions considérables: il n'est pas rare aujourd'hui de trouver des transports de force à 100.000 volts. C'est là le seul moyen qu'ait la science électrique d'éviter dans les conducteurs les *pertes en ligne*, autrement dit l'échauffement tout à fait inutile des câbles, et de permettre

cependant l'emploi de fils de petite section, et est à-dire d'achat aussi peu onéreux que possible.

Mais cette élévation de tension ne va pas sans provoquer elle-même de grosses dépenses d'installation, car elle est produite par des appareils spéciaux, d'ailleurs inertes, qu'on nomme des transformateurs, et elle exige des pylônes garnis de systèmes d'isolateurs et d'appareillage de sûreté pour le public, extrêmement dispendieux. D'autre part, à l'autre bout des lignes, à l'entrée des localités, il est indispensable alors qu'un autre transformateur joue un rôle inverse, qu'il abaisse cette tension à 5.000 ou 6.000 volts dans une sous-station, laquelle à son tour la diminue jusqu'aux 220 ou 110 volts sous lesquels le courant est admis à pénétrer chez l'abonné.

Ainsi, le courant est arrivé à la porte du client particulier. La Compagnie qui l'a fabriqué, et qu'on nomme d'ordinaire le Secteur, le lui livre en le mesurant avec soin. Le courant passe donc, avant tout emploi, au travers d'un *compteur* (dont nous étudierons le mécanisme dans le prochain numéro, car l'Art ménager a des rapports singulièrement étroits avec lui).

Cet appareil indique la consommation en *hectowatts-heure*. Tout homme instruit est familier avec ces notions très élémentaires. Je me bornerai à rappeler que le *watt* est en électricité l'unité de puissance, constituée à la fois par l'*ampère* (unité d'intensité) et le *volt* (unité de tension). Le *watt-heure* peut être pris comme unité de consommation puisqu'il exprime en somme la quantité d'électricité que vous a livrée le secteur pendant une heure.

Mais le watt-heure est une unité trop petite pour l'usage courant: on la multiplie par cent (*hecto*) ou par mille (*kilo*), — de même qu'on n'exprime pas le poids d'objets très lourds par des grammes, mais par des hectogrammes ou des kilogrammes, — et l'on obtient ainsi l'*hectowatt-heure* et le *kilowatt-heure*. Par conséquent les cadrans des compteurs s'expriment le plus souvent en hectowatts-heure. Cependant la consommation des appareils ménagers s'indique habituellement en kilowatts-heure, et la « force » du compteur se traduit généralement par ampères! Cette terminologie complexe démontre que les promoteurs de l'électrification des foyers possèdent une connaissance assez légère des besoins de clarté qu'a l'esprit du public. Espérons que le temps et l'accord des fabricants apporteront à ces notions quelques simplifications.

STATISTIQUES A CONNAÎTRE. — D'après les statistiques du ministère des Travaux publics, les puissances complètement installées en 1927, pour la France, sont de 3.772.000 kilowatts pour les centrales thermiques et de 2.031.000 pour les centrales hydrauliques.

On calcule, très approximativement, que l'hydraulique française pourra fournir un jour, quand toute sa puissance sera captée, près de 9 millions de kilowatts.

Pourrait-elle ainsi, à elle seule, satisfaire tous les besoins des ménages français? La houille blanche pourrait-elle devenir la maîtresse exclusive du foyer? Il est impossible de répondre, car le courant électrique a bien d'autres clients que le home, tels que l'industrie avec ses énormes chauffages, la traction, l'éclairage, etc.

A titre de curiosité, cependant, on peut supposer qu'un ménage petitement électrifié, c'est-à-dire hésitant encore à s'adonner aux grandes applications du courant (chauffage, cuisine, etc.), limitant son audace dans la marche au progrès à quelques lampes, un petit réchaud, un aspirateur de poussières, a besoin de 2 kilowatts. Or, il existe à peu près 4 millions de foyers en France. Il faudrait donc 8 millions de kilowatts pour une électrification modeste de tous nos intérieurs, urbains ou campagnards.

Il en faudra probablement 5 par ménage, soit 20 millions au total, le jour où la ménagère de ville aura compris qu'il est plus rapide, plus propre et — même pour ces seules raisons — plus économique de mouvoir entre le ponce et l'index le bouton d'un commutateur pour faire un pot-au-feu que de hisser de la cave un seau de charbon; le jour où le paysan admettra qu'on n'entre plus dans une écurie avec une lanterne, le jour où il saura que, pendant qu'il dort, les résistances électriques peuvent lui préparer la pitance pour ses pores, l'eau chaude pour sa laiterie, sa buanderie, sa cuisine matinale, et pour sa barbe.

BAUDRY DE SAUNIER.

(A suivre.)

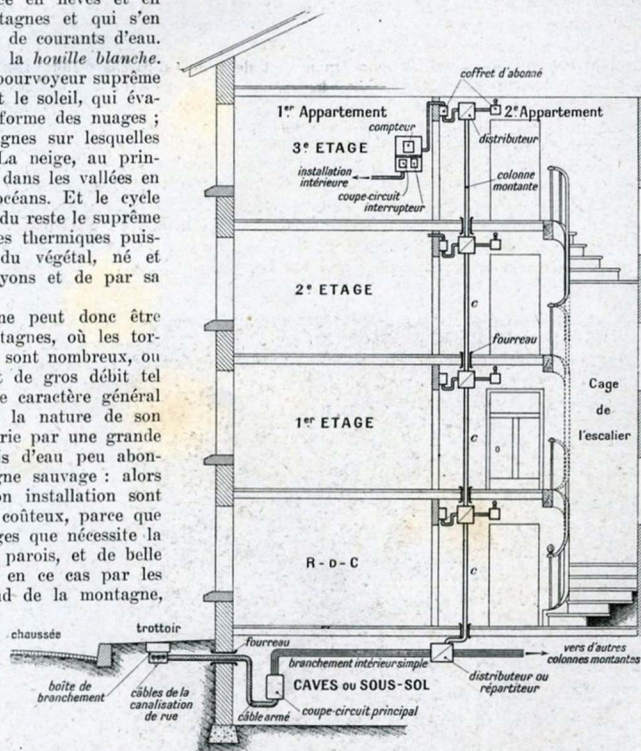


Fig. 3. — Schéma de l'arrivée et de la distribution du courant électrique dans une maison d'habitation à étages.

Le Secteur est seul maître du réseau jusqu'au départ après compteur. — Les appareils d'utilisation (lustres, réchauds, ventilateurs, etc.), tous susceptibles d'engendrer un court-circuit, rendent obligatoire la pose de fusibles en plomb dans toutes les pièces principales. D'autre part, le compteur lui-même renferme un fusible en plomb (coupe-circuit). Enfin, le coffret d'abonné comporte un fusible en argent, très soigneusement calibré. Les deux premiers, seuls, peuvent être surveillés ou remplacés même par l'abonné. Le troisième n'est accessible qu'aux employés du Secteur. En cas de court-circuit très violent, même si, par hasard, les deux coupe-circuit domestiques ne fonctionnaient pas, celui de l'Administration fondrait à coup sûr, et le mal se limiterait à une « panne » de courant.