

L'Électricité à l'Exposition de 1900

Publiée avec le concours et sous la direction technique de MM.

E. HOSPITALIER

Rédacteur en chef de *l'Industrie électrique*

J.-A. MONTPELLIER

Rédacteur en chef de *l'Électricien*

AVEC LA COLLABORATION

D'INGÉNIEURS ET D'INDUSTRIELS ÉLECTRICIENS

11^e FASCICULE (1)

ÉLECTROTHERMIE

PAR

J.-A. MONTPELLIER, A. BAINVILLE et A. BROCHET

PARIS

V^o CH. DUNOD, ÉDITEUR

49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

TÉLÉPHONE 147-92

—
1901
—

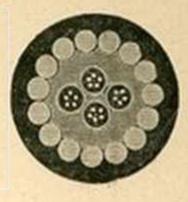
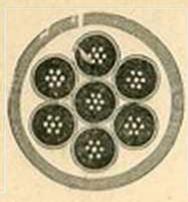
Pour la Publicité, s'adresser à la Librairie V^o Ch. Dunod



SOCIÉTÉ IND^{lle} des TÉLÉPHONES

CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES, CAOUTCHOUC, CABLES
CAPITAL: 18.000.000 DE FRANCS

Anciens Établissements RATTIER et MENIER
25, rue du 4 Septembre, PARIS



CABLES ÉLECTRIQUES DE TOUS GENRES
(Sous Caoutchouc — sous Gutta — sous Jute — sous Papier)

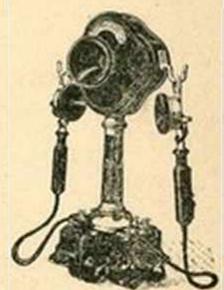
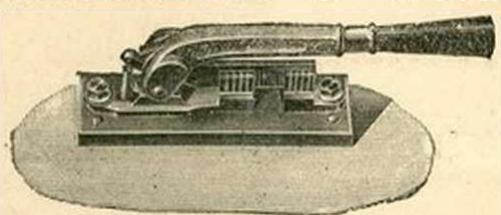
CABLES SOUS-MARINS

—*— Téléphonie — Télégraphie *—

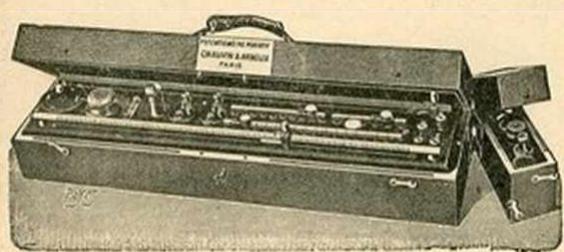
APPAREILLAGE DE LUMIÈRE

CAOUTCHOUC MANUFACTURÉ POUR L'INDUSTRIE

VOITURES AUTOMOBILES & MOTEURS A DER
USINES à BEZONS (Seine-et-Oise)
à CALAIS (Pas-de-Calais)



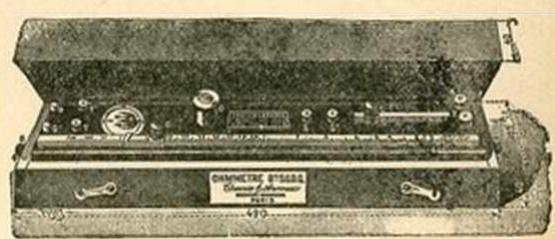
USINES à PARIS
2, Rue des Entrepreneurs
7, Rue du Théâtre



POTENTIOMÈTRES PORTATIFS
MESURANT de 0,0001 volt à 1.600 volts; 0,01 ampère à 1.000 ampères.

MÉDAILLES D'OR
BRUXELLES 1897
PARIS 1899

APPAREILS
POUR
MESURES ÉLECTRIQUES



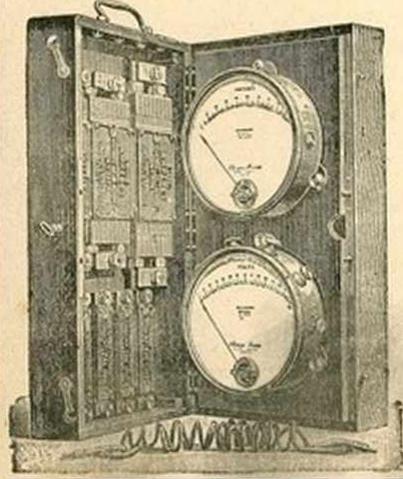
MICROHMMÈTRES — MÉGOHMMÈTRES
MESURANT de 0,000.001 à 1 ohm; de 0,1 ohm à 200 mégohms.

CHAUVIN & ARNOUX

CAISSES DE CONTRÔLE pour 600 volts et 1.000 ampères.

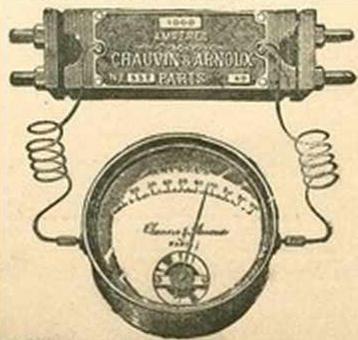
INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS
186, Rue Championnet, 186

ENREGISTREURS à sensibilité variable.



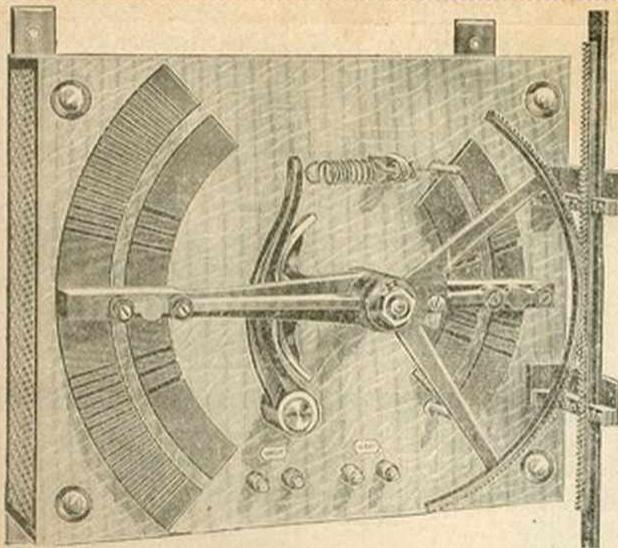
TYPES INDUSTRIELS
DEMI-PRÉCISION
APÉRIODIQUES
THERMIQUES
STATIQUES

VOLTMÈTRES ET AMPÈREMÈTRES.
Diamètres: 5, 10, 15, 25, 39, 40 centimètres



GALVANOMÈTRES A MIROIR
WATTMÈTRES
CAISSE DE RÉSISTANCES UNIVERSELLE
MÉGOHMS
PILES ÉTALON





RHÉOSTAT de mise en marche fonctionnant dans les deux sens, à rupture brusque automatique, spécial pour les ascenseurs et les monte-charge.

MANUFACTURE D'APPAREILS ÉLECTRIQUES

J.-A. GENTEUR

77, rue Charlot, et annexe 14, rue de Normandie
PARIS

SPÉCIALITÉ DE TABLEAUX DE DISTRIBUTION

Fabrication robuste et soignée et Références de premier ordre

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE ILLUSTRÉ
Téléphone : 100-31

ATELIERS DE CONSTRUCTION D'OERLIKON
Près ZURICH (Suisse)

A. GUITTON ET C^{IE}, INGÉNIEURS DES ARTS ET MANUFACTURES

REPRÉSENTANTS GÉNÉRAUX POUR LA FRANCE ET L'ALGÉRIE

SAINT-ÉTIENNE : 20, rue de la Bourse | Bureaux à PARIS : 10, rue de Châteaudun

GRANDS PRIX D'ÉLECTRICITÉ
EXPOSITIONS : PARIS, 1889 — LYON, ANVERS, 1894

MACHINES DYNAMOS ET MOTEURS SPÉCIAUX
à courant continu, alternatif et triphasé
Pour Éclairage, Transport et Distribution de Force à toutes distances

ÉLECTRO-MÉTALLURGIE
TRAMWAYS ÉLECTRIQUES

MACHINES-OUTILS, GRUES & APPAREILS DE LEVAGE
Ponts roulants, Ascenseurs

Télégrammes : GUITTON, Ingénieur, SAINT-ÉTIENNE
GUITTON, 10, Châteaudun, PARIS

SOCIÉTÉ ANONYME DES ANCIENS ÉTABLISSEMENTS

PARVILLÉE FRÈRES & C^{IE}

Au Capital de 1.000.000 de francs

Siège Social : 29, rue Gauthey

PARIS

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : CÉRAMIQUE-PARIS. — TÉLÉPHONE : 510-72

MANUFACTURE DE PORCELAINES
ET
DE FERRURES
POUR L'ÉLECTRICITÉ

MATÉRIEL A HAUTE ET BASSE TENSION

MANUFACTURE D'APPAREILS
DE
CHAUFFAGE
PAR L'ÉLECTRICITÉ

CHAUFFAGE, CUISINE ET APPAREILS DIVERS

Société Anonyme au Capital de 25.000.000 fr.

TUBES EN CUIVRE ET EN LAITON
Sans soudure et soudés
PLANCHES en CUIVRE et en LAITON



Siège Social, 10, RUE VOLNEY, PARIS

TUYAUX et TABLES EN PLOMB
LAITON ET MAILLECHORT
Pour MUNITIONS de GUERRE



CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES

TRANSFORMATEURS-ÉLECTRIQUES-MOTEURS

Systeme R. LEGROS et A. MEYNIER

Permettant la charge économique sur secteurs de quelques éléments d'accumulateurs pour l'inflammation des moteurs à pétrole et pouvant alimenter directement les galvano-cautères, bobines d'induction, électrolyse, galvanoplastie, etc.

MOTEURS ÉLECTRIQUES

Spéciaux pour traction
GRANDE PUISSANCE SPÉCIFIQUE
TRÈS FAIBLE VITESSE

Le rendement de nos moteurs est constant pour une grande variation de charge.



ELECTROMOBILES R. LEGROS & A. MEYNIER
BREVETÉS S. G. D. G. — Derniers perfectionnements

PÉTROLETTES

A
2 et 3 places
3 CHEVAUX — 250 KILOS

NOUVEAU SYSTEME
à combinateur électrique

Nos voitures sont munies de la direction Lavenir et de freins puissants agissant dans les deux sens.

RENÉ LEGROS

A FÉCAMP (Seine-Inférieure)

Ancienne Maison B.-H. WAGNER
FONDÉE EN 1790, RUE DU CADRAN

CHATEAU PÈRE & FILS

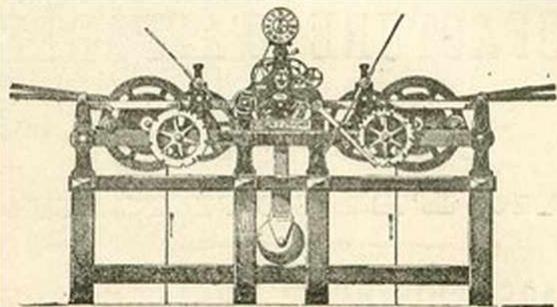
Successeurs de

COLLIN

E. CHATEAU, Ingénieur des Arts et Manufactures
C. CHATEAU, ancien Élève de l'École Polytechnique

118, Rue Montmartre, 118
PARIS

HORLOGERIE MÉCANIQUE ET ÉLECTRIQUE
TÉLÉPHONIE DOMESTIQUE & DE RÉSEAU
CONTROLEURS DE RONDÉS, DE PRÉSENCE & D'ENTRÉE D'OUVRIERS
PARATONNERRES
COMPTEURS, TACHYMÈTRES, ENREGISTREURS
TRANSMISSIONS A DISTANCE, ETC.



USINE HYDRAULIQUE et à VAPEUR
A PONGINE-LE-HAUT (Jura)

TURBINES

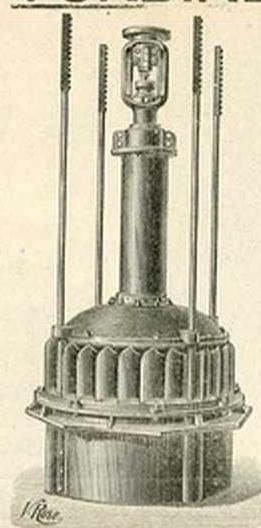
à débits variables
DE TOUS SYSTÈMES

CENTRIPÈTES à axe horizontal, simples ou doubles; CENTRIPÈTES à axe vertical, à pivot supérieur; à LIBRE DÉVIATION, verticales et horizontales, références jusqu'à 700 m. de chute; à RÉACTION pour très gros débits; genre PELTON pour petits débits, grande chute.

RENDEMENTS garantis jusqu'à 80 et 85 %.

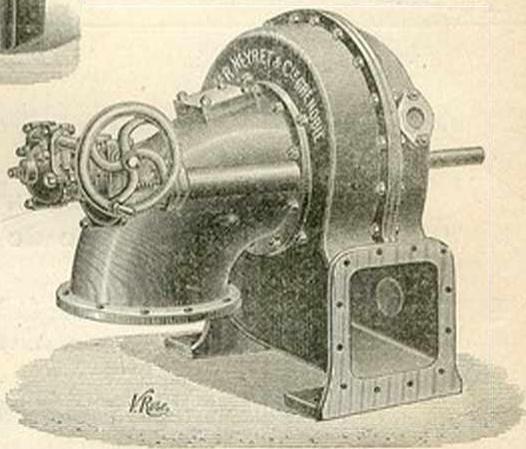
Études spéciales pour chaque cas, suivant la vitesse demandée.
Marche noyée ou par aspiration.

PROJETS, DEVIS, RENSEIGNEMENTS
ET RÉFÉRENCES sur demande



35.000 CHEVAUX EN CONSTRUCTION
au 1^{er} janvier 1900

RÉGULATEURS DE VITESSE



NEYRET-BRENIER & C^{IE}, A GRENOBLE
MAISON FONDÉE EN 1854

EXPOSITIONS UNIVERSELLES DE 1878 ET 1889
CROIX DE LA LÉGION D'HONNEUR
3 MÉDAILLES D'OR — 3 MÉDAILLES D'ARGENT

BROUHOT * & C^{IE}

Ingénieurs-Constructeurs à VIERZON (Cher)

MOTEURS A GAZ ET A PÉTROLE

et à huiles lourdes, fixes et sur roues

Spéciaux pour l'Éclairage électrique et les Élévations d'Eau dans les Châteaux et Usines

MACHINES A VAPEUR, POMPES EN TOUS GENRES

LOCOMOBILES, BATTEUSES, etc.

VOITURES AUTOMOBILES

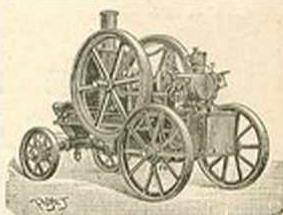


Moteur fixe.

Exposition internationale de Monaco

GRAND DIPLOME d'honneur pour moteurs à pétrole

DIPLOME D'HONNEUR pour pompes



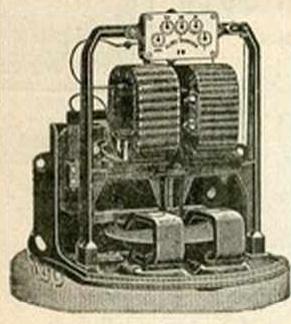
Moteur sur roues.

Envoi franco sur demande du Catalogue illustré



Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz

SOCIÉTÉ ANONYME : CAPITAL 7.000.000 DE FRANCS
PARIS — 16 et 18, boulevard de Vaugirard — PARIS



Compteur Thomson
200.000 appareils en service

COMPTEURS D'ÉLECTRICITÉ

PREMIER PRIX
au Concours de la
VILLE DE PARIS
en 1892



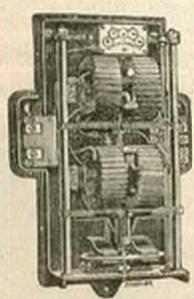
Compteur d'électricité
0°K

DIPLOMES D'HONNEUR

Anvers 1894, — Amsterdam 1893, — Bruxelles 1897, — Rouen 1896, — Bordeaux 1896, — Hors concours : Le Mans 1899

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : COMPTO PARIS

TÉLÉPHONE : N° 708-03, 708-04



Compteur Thomson
Triphasé



Compteurs Diphasés, Compteurs Triphasés,
Compteur à double Tarif (Cooper)

Compteur d'Electricité à prépaiement, Compteur spécial pour Automobiles

Change-tarif automatique, Tachymètres

Disjoncteur



Charge des Accumulateurs
Protection des Moteurs
des Installations d'Éclairage
et d'Ascenseurs

Société Nouvelle pour la Fabrication des Fils et Câbles électriques

Lucien RAVEL, H. LIMOUSIN et Cie

13, Rue de Maubeuge, 13. PARIS

TÉLÉPHONES : BUREAUX, 232.04; USINE, 908.27 — TÉLÉGRAMMES : RAPILCA-PARIS

TOUS FILS ET CABLES NUS ET ISOLÉS

POUR CANALISATIONS ÉLECTRIQUES DE TRANSPORT DE FORCE, LUMIÈRE, TÉLÉGRAPHIE, TÉLÉPHONIE, AUTOMOBILISME

FILS FINS ET DYNAMOS POUR APPAREILS ET CONSTRUCTION DE MACHINES

CORDONS SOUPLES ET CABLES D'APPAREILLAGE

CABLES ARMÉS

USINE A PARIS

Envoi franco du Catalogue sur demande

USINE A PARIS

ÉCLAIRAGE DES VILLES PAR L'ÉLECTRICITÉ

Manufacture d'Appareils d'Éclairage

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900

Éclairage électrique, classe 25

LACARRIÈRE et Cie

Éclairage au gaz, classe 75

GRAND PRIX

16, Rue de l'Entrepôt. — PARIS
FONDERIE à BROUSSEVAL (Haute-Marne)

GRAND PRIX

ADJUDICATAIRES de la fourniture des APPAREILS PUBLICS de la Ville de Paris, pour l'Éclairage par l'ÉLECTRICITÉ et par le GAZ

SEULS FOURNISSEURS de tous les CANDÉLABRES, CONSOLES et LANTERNES-LYRES ÉLECTRIQUES pour l'Éclairage des Voies et Jardins de L'EXPOSITION UNIVERSELLE EN 1900

Fournisseurs des 28 Candélabres décoratifs en bronze placés sur le garde-corps du PONT ALEXANDRE III

SOCIÉTÉ ANONYME DE LA FORÊT DU FLAMAND
Capital 2,000,000 de francs

TUYAUX FLAMANDS

En bois de pin des Landes, injecté au sulfate de cuivre ou à la créosote
BREVETÉS S. G. D. G.

Médailles d'Argent, d'Or et Diplôme d'Honneur

AUX EXPOSITIONS UNIVERSELLES

De PARIS 1889, LYON 1894 et BORDEAUX 1895

SIÈGE SOCIAL : 9, Rue des Tanneries, BORDEAUX

APPLICATION AUX CONDUCTEURS ET CABLES ÉLECTRIQUES

L'emploi des tuyaux Flamands, pour les canalisations souterraines, en assure le parfait isolement et la protection efficace contre les ruptures et autres avaries occasionnées par des causes extérieures. La conservation des conducteurs est ainsi garantie.

Ces tuyaux forment une gaine dans laquelle on loge les fils. La pose et les réparations sont faciles et rapides.

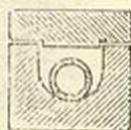
APPLICATION AUX BRANCHEMENTS DE GAZ

Conservation du métal. Condensations amoindries. Contreprentes rendues impossibles. Recherches des fuites plus aisées.

Application aux Branchements d'eaux, aux Drainages, aux Plantations, etc.

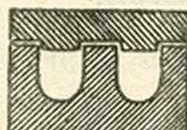
COUPE REPRÉSENTANT LES TUYAUX FLAMANDS EMPLOYÉS

Pour le branchement d'eau et de gaz.



DIAMÈTRE
intérieur, suivant
demande,
depuis 1 cent. 1/2
jusqu'à 10 centim.

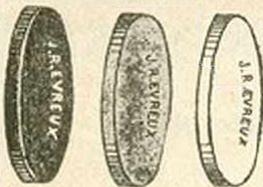
Pour les conducteurs et câbles électriques.



Ce système est adopté par l'Administration des postes et télégraphes; par la C^e Parisienne du Gaz; par la Ville de Paris et par les principales Sociétés de gaz et d'électricité de France et de l'étranger.

Envoi de dessins, prix, renseignements et échantillons sur demande.

21 MÉDAILLES : OR, VERMEÏL, ARGENT, BRONZE



MARQUE DÉPOSÉE
J. R. ÉVREUX

A EXIGER sur chaque écran afin d'éviter les contrefaçons.

ÉCRANS COLORÉS
à faces parallèles de

J. RADIGUET, ÉVREUX

Les seuls conservant la netteté des images, et donnant toute les valeurs des teintes des tableaux, des sous bois, des ombres, etc., etc... employer de mauvais écrans, revient à placer un prisme devant l'objectif.

TÉLÉPHONE

PRIX COURANTS ET RENSEIGNEMENTS FRANCO

Optique, Appareils photographiques, Électricité

USINES DE PERSAN-BEAUMONT (Seine-et-Oise)
MANUFACTURE GÉNÉRALE DE

CAOUTCHOUC
GUTTA-PERCHA
CABLES & FILS
ÉLECTRIQUES

THE INDIA RUBBER, GUTTA PERCHA
& TELEGRAPH WORKS C^o (LIMITED)

USINE PERSAN (Seine-et-Oise) || USINE SILVERTOWN (Angleterre)
97, Boulevard Sébastopol, PARIS

MÉDAILLES D'OR AUX EXPOSITIONS, PARIS 1878 ET 1881
Exposition Universelle Paris 1889
3 MÉDAILLES D'OR

Envoi franco, sur demande, de Tarifs comprenant tous les Articles de notre fabrication



Marque déposée :
BREVETÉ S. G. D. G.
LB-45-DR-215-X
FRANCE & ÉTRANGER
L'EXIGER
sur chaque balai.

MANUFACTURE
DE
BALAIS ÉLECTRIQUES
de tous systèmes

ULTIMHEAT
VIRTUAL MUSEUM

L. BOUDREAUX

Marque déposée :
BREVETÉ S. G. D. G.
LB-45-DR-215-X
FRANCE & ÉTRANGER
L'EXIGER
sur chaque balai.

PARIS — 8, rue Hautefeuille, 8 — PARIS

Adresse télégraphique : LYBOUDREAUX-PARIS

SPÉCIALITÉ DE BALAIS FEUILLETÉS

En "PAPIER MÉTALLIQUE" (Déposé)

(Brevetés en tous pays)

EXTRAIT d'un jugement rendu le 30 juillet 1895, par le Tribunal correctionnel de Paris (10^e Chambre), condamnant X et C^e comme contrefacteurs des Balais feuilletés.

« Attendu que BOUDREAUX a obtenu des résultats industriels indiscutables.
« Attendu que les experts constatent qu'avec l'invention de BOUDREAUX on obtient une CONDUCTIBILITÉ PARFAITE et une RESISTANCE SPECIFIQUE FAIBLE.
« Que, de plus, l'USURE du COLLECTEUR est PRESQUE NULLE et l'USURE des BALAIS réduite au MINIMUM.
« Qu'ainsi ont disparu les divers inconvénients des balais dont on se servait avant l'invention de BOUDREAUX..... »



Par dix arrêts, les Tribunaux Correctionnels de Paris, la Cour d'Appel de Paris, le Tribunal civil de Paris, le Tribunal civil de Douai, le Tribunal civil de Nancy, la Cour d'Appel de Douai, la Cour d'Appel de Nancy, ont confirmé ce premier jugement, et des condamnations ont été prononcées contre les fabricants et vendeurs de contrefaçons.

En vente dans toutes les bonnes maisons d'électricité du monde entier.



APPLICATIONS DOMESTIQUES ET INDUSTRIELLES
DE L'ÉLECTRICITÉ
Téléphonie, Éclairage, Transmission de Force, Traction

HENRI SERRIN

PARIS — 13, Boulevard du Temple — PARIS

TÉLÉPHONE : 254-38

USINE A NEUILLY-EN-THELLE (OISE)

VENTILATEUR E. FARCOT FILS

A Haute, Moyenne ou Basse Pression

POUR

Forges, Fonderies, Acieries, Aspirations des fumées, gaz chauds, etc. Tirage soufflé ou aspiré des générateurs, Fours à réchauffer ou à puddler, Ventilation des Filatures, Tissages, Ateliers, Édifices, Aspirations des boues, vapeurs, Séchage de colle, papiers, cartons, cuirs, et de toutes matières.

Ventilateurs électriques. — Ventilateurs à vapeur. — Déplaceurs d'air. — Ventilateurs à bras. — Ventilateurs de mines. — Élévateurs-transporteurs pneumatiques de train et matières légères. — Installations de brasseries et malteries.

Correspondance : 489, Rue Lafayette, PARIS

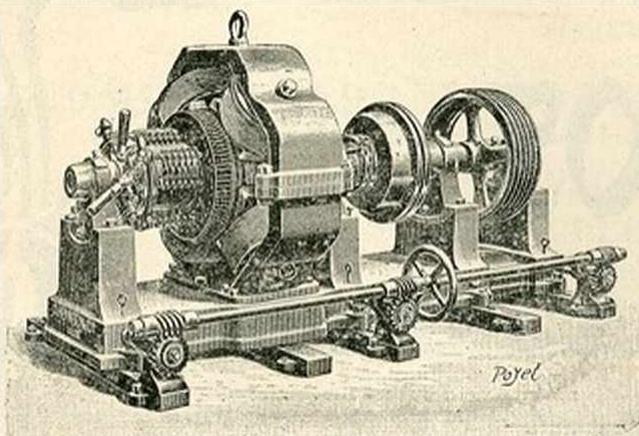
Bureaux et Ateliers : 163, avenue de Paris, Plaine St-Denis

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE



A. HENNETON & C^{IE}

CONSTRUCTEURS — LILLE



Dynamos système HENNETON breveté S. G. D. G.

GÉNÉRATRICES ET RÉCEPTRICES DE TOUTES PUISSANCES
ET POUR TOUTES APPLICATIONS

Accumulateurs "SPIRALE", brev. S. G. D. G.
Éléments à poste fixe et pour traction

Treuil Électrique "LE PROGRÈS", brev. S. G. D. G.

Embrayages Magnétiques "DE BOVET"
Brev. S. G. D. G.

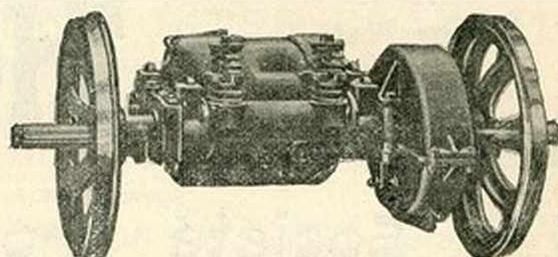
RÉFÉRENCES ET DEVIS SUR DEMANDE

EXPLOITATION DES PROCÉDÉS ÉLECTRIQUES

WALKER

PARIS — 6, rue Boudreau — PARIS

Usines à CLEVELAND, OHIO, U. S. A., et à PRESTON (Angleterre)



MATÉRIEL ÉLECTRIQUE POUR TRAMWAYS ET MÉTROPOLITAINS
Système "WALKER"

APPLICATIONS EN EUROPE

Bergame,	Krementchoug,	Prague-Kosir,
Bruxelles-Tervueren,	Lyon,	Roubaix-Tourcoing,
Bamberg,	Liège-Seraing,	Raincy-Montfermeil,
Catane,	Liegnitz,	Rome,
Dresde,	Liverpool,	Rostoff,
Enghien-Montmorency,	Lecce,	Stralsund,
Elisabetgrad,	Leeds,	Sébastopol,
Ekaterinodar,	Montpellier,	Trait-Planches,
Fiume,	Manchester,	Thorn,
Gleiweitz,	Nottingham,	Temesvar,
Hettstedt,	Paris-Romainville,	Yaroslav,
Kalozwitz,	Paris-Saint-Denis,	Zurich.
Koenigshutte,	Paris-Asnières,	
Kiew,	Porto,	

APPLICATIONS EN AFRIQUE

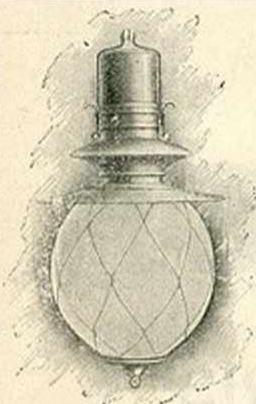
Alger (Algérie) Alexandrie (Égypte)

FABRICATION PAR PROCÉDÉS MÉCANIQUES

ASSURANT L'INTERCHANGEABILITÉ DE TOUTES LES PIÈCES

H. CUÉNOD

Ingénieur-Constructeur, 12, rue Diday, GENÈVE

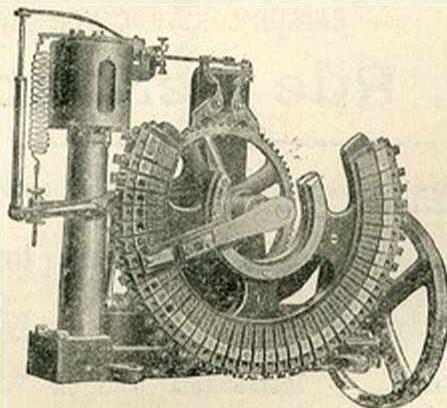


RÉGULATEUR AUTOMATIQUE

R. THURY

Nouveau modèle sans contacts électriques

Appliqués au réglage d'une ou plusieurs machines à courants continu ou alternatif, aux réducteurs d'accumulateurs, etc.



EXPOSITION UNIVERSELLE

PARIS 1900

UNE MÉDAILLE D'OR
UNE MÉDAILLE D'ARGENT

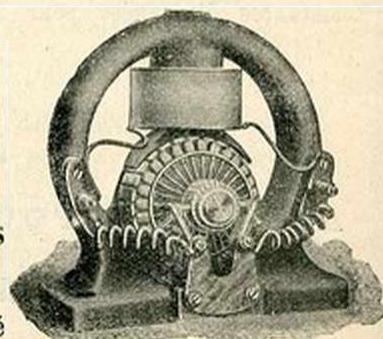
LAMPES A ARC DIFFÉRENTIELLES R. THURY

A COURANT CONTINU ET ALTERNATIF

Lampes en dérivation ou en série. — Lampes à longue durée en vase clos. — Lampes à faible intensité, etc.

APPAREILLAGES pour LAMPES A ARC, TRANSFORMATEURS, RHÉOSTATS
BOBINES DE SELF, CHARBONS ET ACCESSOIRES

PETITS MOTEURS ÉLECTRIQUES à courant continu et alternatif mono et polyphasé



**

HELIOS

Société anonyme d'Électricité

❧ COLOGNE ❧

TRANSPORT DE FORCE — CHEMINS DE FER ÉLECTRIQUES

ÉCLAIRAGE

ATELIERS RUHMKORFF

J. CARPENTIER

INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR

PARIS - 20, Rue Delambre - PARIS

OHMMÈTRES et GALVANOMÈTRES PORTATIFS pour la mesure des isolements

WATTMÈTRES POUR LA VÉRIFICATION DES COMPTEURS

HYSTÉRÉSIMÈTRE BLONDEL — VOLTMÈTRES DE PRÉCISION

Résistances étalonnées pour Mesures d'intensité. — Installation pour la Vérification des Ampèremètres et Voltmètres

POTENTIOMÈTRE

BOITES DE RÉSTANCES INDUSTRIELLES

APPAREILS POUR LA MESURE RAPIDE DES FAIBLES RÉSTANCES

PYROMÈTRES ÉLECTRIQUES LE CHATELIER

RHÉOGRAPHE ABRAHAM

Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft

BERLIN N.W.

Usines à HAGEN e/W., HIRSCHWANG (Autriche) et BUDAPEST
SOCIÉTÉ FONDÉE EN 1887

ACCUMULATEURS A POSTE FIXE DE TOUTES GRANDEURS

Pour Courants jusque 6.000 ampères et au-delà

ACCUMULATEURS TRANSPORTABLES ET BATEAUX ÉLECTRIQUES

12.000 BATTERIES INSTALLÉES DANS TOUS LES PAYS DU MONDE

PRIX-COURANT GRATIS ET FRANCO SUR DEMANDE

Prière d'adresser la Correspondance au BUREAU CENTRAL : BERLIN N.W. Luisenstrasse, 31a.

LAMPES BARDON

A courants continus
et alternatifs

FONCTIONNANT SANS RÉSISTANCE

CINQ MÉDAILLES D'OR ET DEUX MÉDAILLES D'ARGENT

1.500 LAMPES

pour l'Éclairage public de l'Exposition universelle

20.000 LAMPES livrées aux

Cie des Chemins de fer du Nord . . .	1.835 lampes.
— — — — — de l'Est . . .	292 —
— — — — — de l'Ouest . . .	386 —
Grands Magasins du Louvre . . .	530 —
Société Bazar Réunis	1.333 —
Esders et C ^{ie}	328 —
Belle Jardinière	260 —
Sineux à Lyon	162 —
Collège Chaptal	78 —
Hôtel Terminus, Hôtel du quai d'Orsay	100 —

Plus de 2.165 lampes

ÉCLAIRAGE PUBLIC DES VILLES DE

Paris, Nantes, Boulogne-sur-Mer, Rouen, Alais,
Appontement de Pauillac, Bordeaux, Agen,
Evian, Denain, Cognac, Pau, Gardanne,
Darnetal, Gijon et Sabadel (Espagne), etc., etc.

APPAREILLAGE BREVETÉ S. G. D. G.

Tableaux de distribution
Voltmètres, Ampèremètres

61, boulevard NATIONAL, 61

CLICHY

Téléphone 506-75

C^{IE} ÉLECTRIQUE PARISIENNE

Siège social : 44, rue du Louvre

Bureaux et ateliers : 23, avenue Parmentier

LAMPES A ARC

Perfectionnées

LA MODERNE

Modèle 1900

Marche par trois en tension

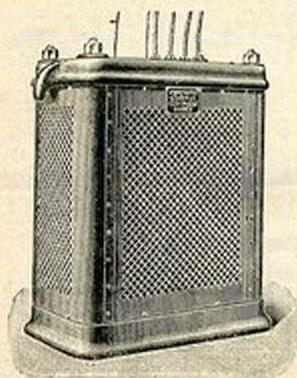
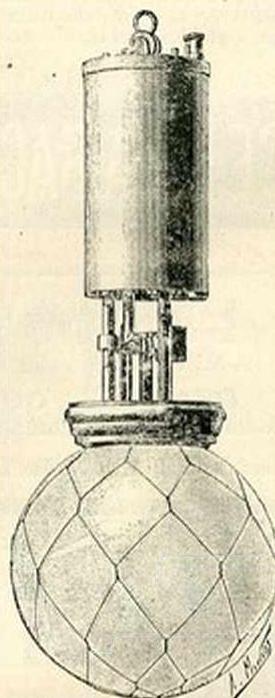
sous 110 volts

sans aucune résistance

Exposition de 1900

MÉDAILLE D'OR

TÉLÉPHONE : 900-28



Transformateur triphasé

COMPAGNIE GÉNÉRALE ÉLECTRIQUE

TÉLÉGRAMMES

Electricité-Nancy

NANCY, Rue Oberlin

Société anonyme au capital de 2.000.000 de Fr.

DÉPÔT A PARIS

47, rue Le Peletier, 47
Téléphone 284-27

MÉDAILLES D'OR EXPOSITION UNIVERSELLE PARIS 1900

CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES

DYNAMOS ET ELECTROMOTEURS à courant continu

ALTERNATEURS & MOTEURS MONOPHASÉS ET POLYPHASÉS

SPÉCIALITÉ DE DYNAMOS DE GRANDES PUISSANCES POUR ACCOUPLEMENT DIRECT

Transformateurs — Traction électrique — Stations centrales

ACCUMULATEURS système POLLAK, breveté S. G. D. G., stationnaires et transportables

ÉCLAIRAGE DES VOITURES DE CHEMINS DE FER

Par dynamo et accumulateurs, système breveté S. G. D. G.

Installations complètes de transports de force et d'éclairage électriques



COMPAGNIE ELECTRO MECANIQUE

Société anonyme au capital de 500.000 fr.

PARIS — 11, Avenue Trudaine, 11 — PARIS
SEUL SUCCESEUR DE LA

C^{IE} CONTINENTALE ÉDISON
Pour les installations et la construction des dynamos

Maison française de Construction du Matériel électrique

BROWN, BOVERI & C^{IE}
Pour courant continu et courants alternatifs

ENTREPRISE GÉNÉRALE D'INSTALLATIONS
Pour USINES, ATELIERS, STATIONS CENTRALES, CHATEAUX, etc.

EXPOSITION DE 1900
Groupe V (Classe 23)

DYNAMOS — ALTERNATEURS — MOTEURS, etc.

Éclairage Officiel. — Porte monumentale. — Pont Alexandre III.
— Jardin des Champs-Élysées. — Cours la Reine. — Rue de Paris.
— Palais de l'Horticulture. — Rue des Nations. — Quai d'Orsay.

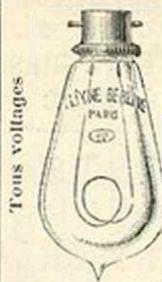
Éclairage privé. — Vieux Paris. — Pavillon royal de Serbie. —
Pavillon royal de Suède. — Pavillon de la Laiterie (Cl. 31), etc.

Moteurs. — Station hydroélectrique du Trocadéro. — Maréorama.
— Manufacture de Tabacs. — Moulin Rose frères. — Applications
diverses de ventilateurs, Pompes, Machines à glace, Machines à tisser, etc.

TRANSPORT DE FORCE ÉCLAIRAGE

Manufacture Parisienne de Lampes à incandescence et d'Appareils électriques

Lampes à incandescence



Tous voltages

**INTERRUPTEURS, COMMUTEURS
ET COUPE-CIRCUITS**
pour haute et basse tension

Rhéostats d'arc, d'excitation
de démarrage

DISJONCTEURS AUTOMATIQUES

RÉDUCTEURS pour ACCUMULATEURS

Tableaux de Distribution

PETITS MOTEURS ÉLECTRIQUES
ET VENTILATEURS

RÉPARATION DE DYNAMOS
de tous systèmes

Lampes de fantaisie

(Entretien des moteurs et équipements de tramways
électriques. Nombreuses références.)

S. ILIYNE-BERLINE, 8, rue des Dunes (rue Éberal), PARIS-BELLEVILLE

TÉLÉPHONE : 421-87



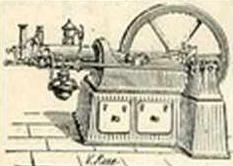
BALAIS EN CHARBON

ÉLECTRO-CONDUCTEUR

J. MIZERY

PARIS — 25, rue Amelot — PARIS

L'ÉLECTRO-CONDUCTEUR est le plus homogène
L'ÉLECTRO-CONDUCTEUR n'encrasse pas
L'ÉLECTRO-CONDUCTEUR ne raye pas
L'ÉLECTRO-CONDUCTEUR n'use pas
les Collecteurs.



Admis à l'Exposition Universelle
de 1900, Classe XIX

HUILES spéciales pour Moteurs

HUILES ANIMALES, VÉGÉTALES, MINÉRALES

GRAISSES CONSISTANTES

Fournitures pour allumage électrique de moteur

COURROIES ET TOUS SYSTÈMES DE JONCTIONS, APPAREILS GRAISSEURS, PRODUITS D'AMIANTE, CAOUTCHOUC, CALORIFUGES, TARTRIFUGES

P. REGNIER

11, r. Etienne-Dolet, PARIS

TÉLÉPHONE : 420-05

TÉLÉPHONE : 514-86

ACCUMULATEUR

FULMEN

POUR VOITURES ÉLECTRIQUES

Bureaux et Usine à CLICHY (Seine), 18, Quai de Clichy

TÉLÉGR. : FULMEN-CLICHY

LA DYNAMOLUBRINE

NOUVELLE HUILE MINÉRALE pour le Graissage des DYNAMOS

Haute viscosité réduisant considérablement la consommation, tout en maintenant
la température des paliers à une moyenne de 15 à 18° au-dessus de la température ambiante

RÉSULTATS INCONNUS JUSQU'A CE JOUR — PRIX MODÉRÉ

Téléphone

HUILERIE DE L'HERMITAGE

E. BESANÇON

7, rue de l'Hermitage, à St-Denis (Seine)

Téléphone

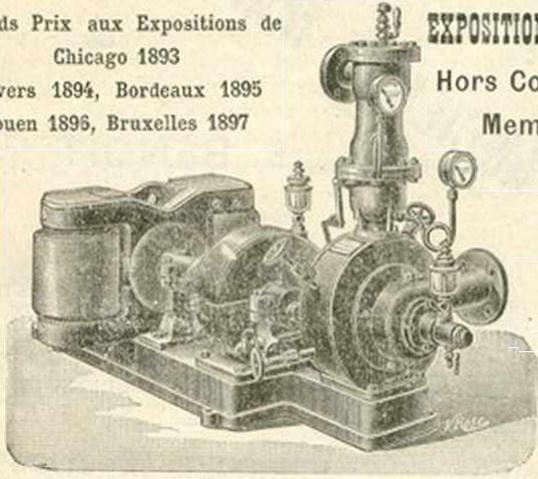
SOCIÉTÉ DE LAVAL

PARIS — 48, rue de la Victoire, 48 — PARIS

TURBINES A VAPEUR

Système de LAVAL

Grands Prix aux Expositions de
Chicago 1893
Anvers 1894, Bordeaux 1895
Rouen 1896, Bruxelles 1897



EXPOSITION DE 1900
Hors Concours
Membre
du Jury

600
CHEVAUX
en
MARCHÉ

TURBINES-MOTEURS

TURBINES-DYNAMOS, TURBINES-ALTERNATEURS
TURBINES-POMPES, TURBINES-VENTILATEURS

75.000 Chevaux en service

RADIGUET [S.C.] 15, boulevard des Filles-du-Calvaire, 15
Officier de l'Instruction publique Téléphone 254-37

APPLICATION GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ
Modèles de Machines à vapeur de démonstration

PHYSIQUE GÉNÉRALE
(Pile Radiguet)

RADIOSCOPIE et RADIOGRAPHIE

OPTIQUE

RAYONS
X

fondé ULTIMHEAT®
VIRTUAL MUSEUM

RADIGUET & MASSIOT

X
FAYONS

ENSEIGNEMENT

par les

PROJECTIONS

Eclairages :

Pétrole, Acétylène, Carburature,
Oxydrique et Oxycalcique, Électricité

APPAREILS ET INSTALLATIONS POUR AGRANDISSEMENTS

Location de Diapositives pour Conférences scientifiques et mondaines

MOLTENI

44, rue de Château-d'Eau, 44

MAISON

Chevalier de la Légion d'honneur

Téléphone : 263-73

fondée en 1782

CHAUDIÈRE INEXPLOSIBLE ÉCONOMIQUE

A TUBES D'EAU (Système MATHOT)

JOINTS AUTOCLAVES

Construction entière en fer forgé. — 20 années d'applications dans toutes les industries. — Chaudières fixes de 10 à 400 mètres carrés, pour toutes pressions.

TYPES SPÉCIAUX

pour éclairage électrique, utilisation des flammes perdues de fours à coke, fours à puddler, à réchauffer, hauts fourneaux et fours de verrerie.

SOCIÉTÉ ANONYME DES GÉNÉRATEURS MATHOT

Capital : 500.000 francs

SUCCESSIONS

Des anciens Établissements MATHOT et des Établissements SALARNIER

FOURNISSEURS DE LA MARINE, DES CHEMINS DE FER ET DE L'ÉTAT

EXPOSITION UNIVERSELLE PARIS 1900 : DEUX MÉDAILLES OR

Ateliers à RÈUX-LEZ-ARRAS (Pas-de-Calais)

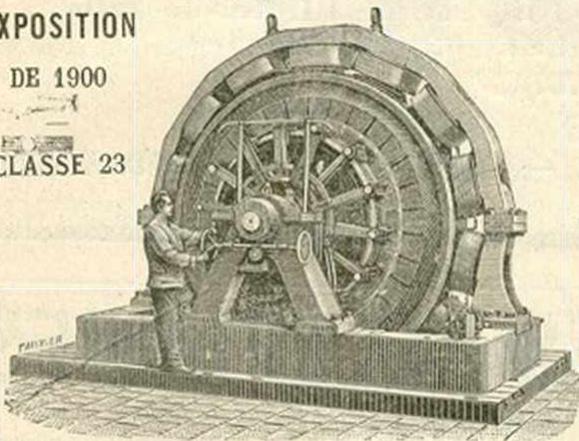
C^{IE} G^{LE} D'ÉLECTRICITÉ DE CREIL

ÉTABLISSEMENTS DAYDÉ & PILLÉ

SOCIÉTÉ ANONYME, CAPITAL 3 MILLIONS

Bureaux et Administration : 29, RUE DE CHATEAUDUN, PARIS

EXPOSITION
DE 1900
CLASSE 23



Dynamo à courant continu de 1000 chevaux

Galerie des groupes électrogènes, Exposition de 1900

ÉCLAIRAGE

Traction

TRANSPORT D'ÉNERGIE

Electro-metallurgie

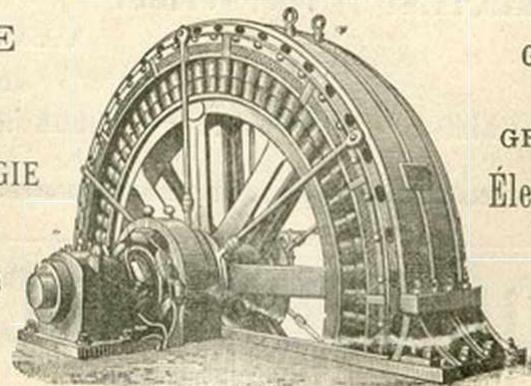
EXPOSITION

GALERIE

DES

GROUPES

Électrogènes



Alternateur de 1000 chevaux

DYNAMOS, MOTEURS, TRANSFORMATEURS, COMPTEURS,
LAMPES A ARC, APPAREILS DE MESURE

pour courants continus
et courants alternatifs

ENTREPRISES GÉNÉRALES DE STATIONS CENTRALES

D'ÉCLAIRAGE, DE TRACTION ET DE TRANSPORT D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

En montage : Transport de 2.400 chevaux à 80 kilomètres courants triphasés 20.000 volts

COMPAGNIE POUR L'ÉCLAIRAGE DES VILLES

ET LA

FABRICATION DES COMPTEURS & APPAREILS DIVERS

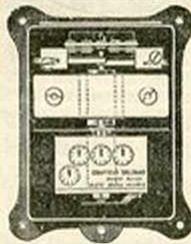
CAPITAL : 7.000.000 DE FRANCS

ATELIERS DE CONSTRUCTION : PARIS
MONTATAIRE (Oise) — MAROMME (Seine-Inférieure)SIÈGE SOCIAL ET MAGASINS :
174, rue Lafayette, 174, PARIS

SUCCURSALES :

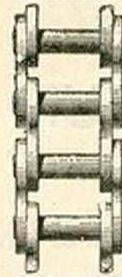
LILLE : rue Léon-Gambetta, 28. || TOULOUSE : rue Bayard, 10.
NANTES : rue Mercœur, 10. || MADRID : Magdalena, 8 y 10.STATION D'ÉLECTRICITÉ EN EXPLOITATION :
MARENNES (Charente-Inférieure) — GOURDON (Lot)

P. THIERCELIN, Directeur général

Seul concessionnaire
POUR LA FRANCE DU
COMPTEUR
d'Énergie électrique
(Système SALDANA)COURANTS CONTINUS
ET
ALTERNATIFSCOMPTEURS A GAZ. — COMPTEURS A EAU
ROBINETTERIE

APPAREILS D'ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE PAR LE GAZ

CHAINES GALLE & VAUCANSON WHEAT VIRTUAL MUSEUM



POUR

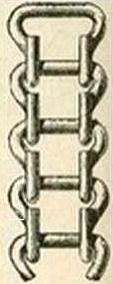
TOUS USAGES



ANCIENNE MAISON GALLE

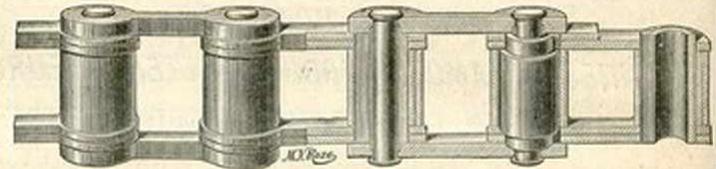
E. BENOIT

Successeur

FOURNISSEUR DE LA MARINE
ET DES GRANDS ÉTABLISSEMENTS DE CONSTRUCTION

USINE A VAPEUR : PARIS, 84, rue Oberkampf, PARIS

CHAINES SPÉCIALES POUR AUTOMOBILES



CHAÎNE BARDET

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE

L'ACCUMULATEUR TUDOR

SOCIÉTÉ ANONYME, AU CAPITAL DE 1.600.000 francs

Siège social : 48, rue de la Victoire, PARIS. | Usines : 39 et 41, route d'Arras, LILLE.

Ingénieurs-Représentants :

ROUEN, 47, rue d'Amiens.
NANTES, 7, rue Scribe.LYON, 106, rue de l'Hôtel-de-Ville.
TOULOUSE, 62, rue Bayard.

NANCY, 2 bis, rue Isabey.

ADRESSES TÉLÉGRAPHIQUES :

TUDOR-PARIS — TUDOR-LILLE — TUDOR-ROUEN — TUDOR-LYON — TUDOR-NANTES — TUDOR-TOULOUSE
TUDOR-NANCY

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES TÉLÉPHONES

SYSTÈME BERLINER

PARIS, 29, Boulevard des Italiens, PARIS

TÉLÉPHONES à TRANSMETTEUR UNIVERSEL

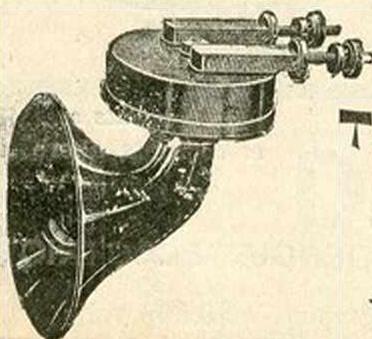
Le plus puissant Microphone existant admis sur les réseaux de l'Etat Français

TÉLÉPHONE A L'USAGE PRIVÉ

S'adaptant instantanément sur toute sonnerie existante

TABLEAUX CENTRAUX — APPAREILS MAGNÉTIQUES

TÉLÉPHONE : 217-08



COMPAGNIE GÉNÉRALE DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES

ANCIENS ATELIERS HOURY & C^{IE} ET VEDOVELLI & PRIESTLEY

Société Anonyme au Capital de 5.330.000 francs

SIÈGE SOCIAL : 60, RUE DE PROVENCE, PARIS

MANUFACTURE GÉNÉRALE

DE

CABLES ET FILS NUS ET ISOLÉS

pour toutes

les Applications de l'Électricité

USINES :

110 à 116, rue Pelleport, à PARIS
et à ARGENTEUIL (Seine-et-Oise)



APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE

SPECIALITÉ

pour Haute Tension

MATÉRIEL COMPLET pour Traction Électrique
par fil aérien,
par contact superficiel,
par caniveau.

ATELIERS DE CONSTRUCTION :

160-162, rue Saint-Charles
à PARIS

TÉLÉPHONE 109.36

COMPAGNIE GÉNÉRALE

D'ACCUMULATEURS ET DE TRACTION

Société Anonyme au Capital de 5.500.000 francs

ACCUMULATEURS TUDOR

Procédés PUVIS et EXCELSIOR

Siège Social et Bureaux : 48, rue de la Victoire

PARIS

TÉLÉPHONE : 219.53

USINES à LILLE, 39 et 41, route d'Arras

TÉLÉPHONE 809-96. — AVTSINE & C^E, 12 bis, Avenue des Gobelins, PARIS. — Adresse télégraphique : MICANITE-PARIS

MICA BRUT ou DÉCOUPÉ **FABRIQUE DE MICANIT** Bagues de collecteur Tubes Papiers et Toiles isolants **DÉPOT DE** Papiers du Japon Rubans isolants



L'Électricité à l'Exposition de 1900

[Publiée avec le concours et sous la direction technique de MM.

E. HOSPITALIER

Rédacteur en chef de *l'Industrie électrique*

J.-A. MONTPELLIER

Rédacteur en chef de *l'Électricien*

AVEC LA COLLABORATION

D'INGÉNIEURS ET D'INDUSTRIELS ÉLECTRICIENS

11^e FASCICULE

ÉLECTROTHERMIE

PAR

J.-A. MONTPELLIER, A. BAINVILLE et A. BROCHET

PARIS

V^{VE} CH. DUNOD, ÉDITEUR

49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

TÉLÉPHONE 147-92

—
1901



ULTIMHEAT®
VIRTUAL MUSEUM

L'Electricité
à l'Exposition
de 1900

Publié par le Comité d'Exposition de 1900
Paris 1900

Le Comité d'Exposition de 1900
a l'honneur de publier
ce volume

Le Comité d'Exposition de 1900
a l'honneur de publier
ce volume

Le Comité d'Exposition de 1900
a l'honneur de publier
ce volume

L'ÉLECTRICITÉ

A

L'EXPOSITION DE 1900

ONZIÈME PARTIE

ÉLECTROTHERMIE

1

APPAREILS DE CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE

Le chauffage électrique est celui dont le rendement est certainement le plus élevé, car la transformation de l'énergie électrique en énergie calorifique s'effectue intégralement; il joint à cet avantage celui de ne donner naissance à aucune émanation dangereuse.

Grâce aux progrès réalisés récemment dans la construction des appareils de chauffage électrique, leur emploi tend à se répandre de plus en plus, surtout depuis que quelques compagnies d'électricité ont compris que leur intérêt était de réduire considérablement le prix de vente du courant destiné à cet usage spécial.

Tous les appareils de chauffage électrique sont basés sur la transformation de l'énergie électrique en énergie calorifique, transformation obtenue soit par le passage du courant dans des conducteurs de faible section ou de haute résistivité, soit par l'arc électrique.

Les divers appareils qui figuraient à l'Exposition peuvent être classés de la manière suivante :

- 1° Appareils utilisant des résistances métalliques sous forme de fils nus, de fils enrobés dans un isolant spécial et de dépôts métalliques effectués sur une surface en matière isolante;
- 2° Appareils utilisant des résistances diverses;
- 3° Appareils utilisant des lampes à incandescence;
- 4° Appareil utilisant l'arc électrique.

APPAREILS UTILISANT DES RÉSISTANCES MÉTALLIQUES

Appareils utilisant des résistances en fils nus métalliques. — L'Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft de Berlin avait exposé un certain nombre d'appareils destinés au chauffage des liquides, appareils dans lesquels les résistances sont constituées par un fil nu enroulé, avec interposition d'amiante, sur la paroi intérieure d'un récipient à double enveloppe.

Parmi ces appareils, on peut citer une bouilloire (*fig. 1*), permettant de porter à l'ébullition un litre d'eau en 20 minutes et consommant environ 330 watts-heure; un filtre à café (*fig. 2*), d'une contenance d'un demi-litre, consommant 275 watts, soit environ 45 watts-heure par opération. La figure 3 montre un autre appareil pour la préparation du café, muni d'un déclencheur automatique qui interrompt le circuit dès que l'eau bouillante a été refoulée dans

le filtre. Cet appareil se compose de deux récipients, la bouilloire à eau pourvue du dispositif

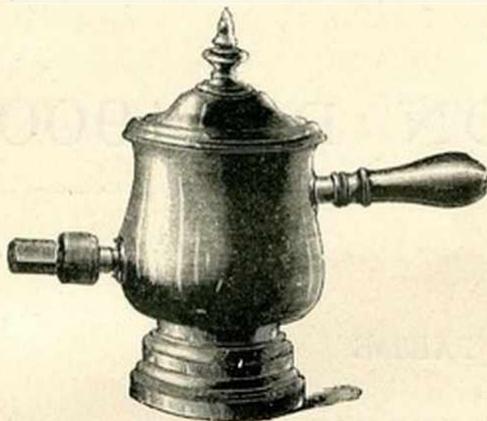


FIG. 1. — Bouilloire électrique de l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft.

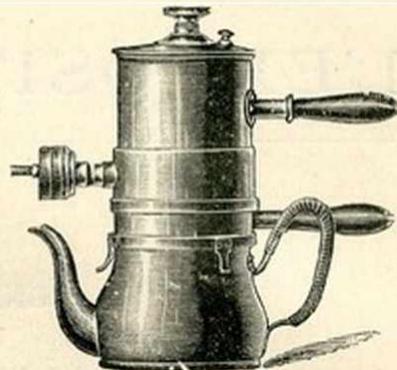


FIG. 2. — Filtre à café électrique de l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft.

de chauffage et le filtre proprement dit; cet ensemble est monté à bascule sur un pied, de

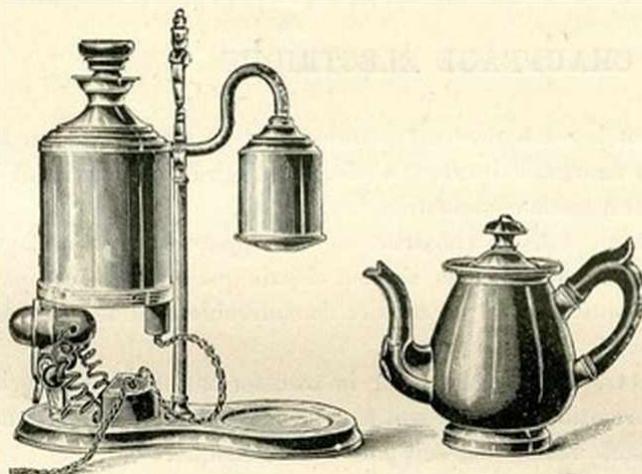


FIG. 3. — Appareil pour la préparation du café. Position de chauffage.



FIG. 4. — Appareil pour la préparation du café. Position de repos obtenue automatiquement.

sorte que le poids de l'eau contenue dans la bouilloire assure le contact électrique (*fig. 3*) qui est rompu dès que l'eau est passée dans le filtre (*fig. 4*).

Pour éviter la condensation de la vapeur d'eau sur les glaces des devantures de magasins, la même Société a construit un dispositif de chauffage (*fig. 5*) constitué par un simple rhéostat.

Pour les usages industriels, la Société a établi des chaudrons de diverses contenances et de construction analogue à celle des bouilloires mentionnées ci-dessus. Plusieurs de ces appareils sont munis de deux séries de résistances, dont une peut être à volonté mise hors circuit, ce qui permet d'obtenir deux températures différentes. Le modèle de 20 litres consomme 1100 kilowatts ou 4400 kilowatts suivant que l'on utilise une seule ou les deux résistances.

Les radiateurs pour voitures de tramways ont leurs résistances enfermées dans une enveloppe protectrice en tôle perforée et les fils constituant les résistances sont maintenus tendus, par un dispositif spécial, malgré les dilatations qu'ils subissent. La consommation maximum est de 1500 watts.

Ces radiateurs peuvent également être utilisés pour le chauffage des appartements.

Les appareils de chauffage construits par le Gold Car Heating C° de New-York et Chicago sont constitués aussi par des fils nus métalliques.

Le métal avec lequel sont faits ces fils est un alliage spécial dont la composition est tenue secrète et qui a, bien entendu, une haute résistivité. Il paraît en outre que sa résistance ne se modifie pas avec le temps. L'alliage est étiré en fils et les résistances sont obtenues en enroulant ces fils sous forme de boudins.

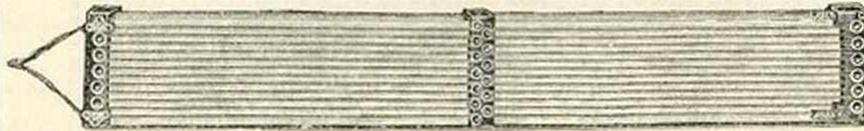


FIG. 5. — Rhéostat de chauffage pour glaces de magasin.

Pour favoriser les mouvements de convection, on place les boudins ainsi obtenus sur des tiges d'acier rond de 6 mm de diamètre environ, préalablement recouvertes d'un émail isolant déposé à une température de 200° environ. La dimension des spires est telle que le boudin n'est pas déformé quand on le place sur la tige support ondulé qui sert seulement à le maintenir en place et les spires sont écartées l'une de l'autre, à la distance convenable, avant de les monter sur ce support. Cette dernière précaution est très utile, car si on comptait pour maintenir l'écartement des spires sur la tension exercée par le boudin sur la surface du noyau support, il est évident que l'échauffement du boudin favoriserait le rapprochement des spires dans certains endroits et qu'alors une partie de la résistance se trouverait supprimée par suite de courts-circuits entre spires voisines; dans ces conditions, la consommation varierait continuellement.

La figure 6 montre le procédé de montage. Les supports sont encastrés par leurs extrémités dans des blocs de porcelaine; les boudins sont reliés à ces blocs qui portent des pièces métalliques servant, en même temps, à grouper entre eux les différents boudins constituant une même résistance, ainsi qu'à réunir les résistances successives.

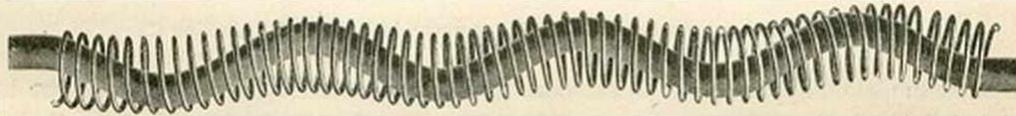


FIG. 6. — Montage des résistances dans les appareils de la Gold Car Heating C°.

On voit que l'air peut circuler librement autour des fils chauffés et que le support ondulé présente à la fois l'avantage d'immobiliser le boudin qu'il supporte et de diminuer la perte par conductibilité en réduisant au minimum les surfaces en contact avec l'appareil de chauffage proprement dit.

Ce procédé a également l'avantage de permettre une bonne répartition de la température sur toute la longueur du fil, ce qui n'est pas toujours le cas quand les fils sont enrobés dans un émail ou même serrés sur un noyau plein. C'est grâce à cette bonne répartition que les spires successives peuvent conserver leur écartement initial et qu'on obtient, par suite, une consommation invariable.

D'autre part, comme le fil est enroulé sans tension sur son support, s'il vient à casser, il n'en résulte aucun dommage; au contraire, si ce fil était tendu, il pourrait produire des courts-circuits en se détendant.

Le montage des éléments se fait de différentes façons suivant les usages auxquels sont destinés les appareils.

Dans les voitures de tramways américaines on emploie différents types de radiateurs.

L'appareil (fig. 7) est fixé sur la partie du panneau de la voiture qui est en-dessous des sièges; dans ce modèle, les résistances sont disposées dans une boîte en fonte dont le fond est

garni d'amiante et dont la face antérieure est fermée par une plaque ajourée ; les côtés verticaux sont fermés par les pièces de porcelaine qui servent à soutenir et à isoler les éléments composant la résistance.

Une voiture de 8 m de longueur est chauffée à l'aide de six de ces appareils. Le courant est pris par l'intermédiaire du trolley et son intensité peut être réglée de façon à obtenir trois



FIG. 7. — Radiateur de tramway de la Gold Car Heating Co.

températures différentes. A cet effet, les résistances qui comprennent chacune un certain nombre d'éléments sont montées de la façon suivante : une partie des éléments de chaque résistance est montée en série avec les éléments correspondants des autres résistances ; l'autre partie est groupée en dérivation par l'intermédiaire d'un câble spécial ; il y a donc deux circuits avec retour commun par les rails de roulement et on peut : soit employer seulement les éléments en série, soit ceux en dérivation, soit, à la fois, ceux en série et ceux en dérivation, en manœuvrant convenablement un interrupteur à trois directions.

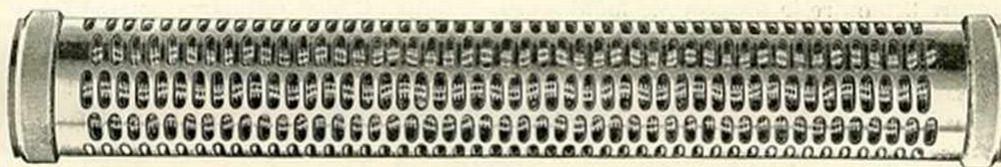


FIG. 8. — Autre modèle de radiateur de tramway de la Gold Car Heating Co.

Un autre modèle d'appareil (fig. 8) est constitué par une série d'éléments réunis par leurs extrémités à l'aide de deux disques de porcelaine ; ils sont enfermés dans une boîte cylindrique en fer perforé ; ce modèle a 7,5 cm de diamètre et environ 50 cm de longueur ; il est également appliqué en Amérique au chauffage des voitures de tramways et de chemins de fer.

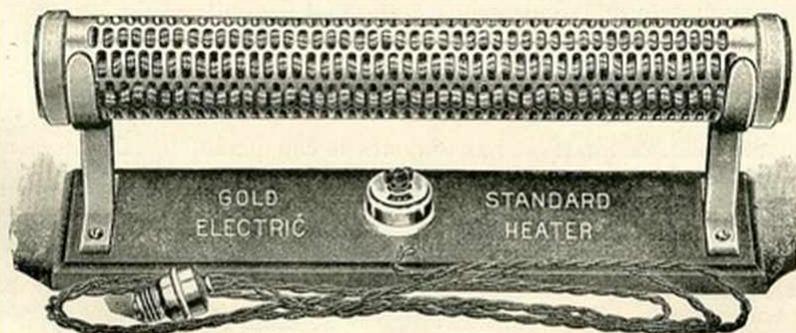


FIG. 9. — Appareil portatif de chauffage de la Gold Car Heating Co.

La figure 9 représente un appareil portatif formé d'une résistance de même forme, montée sur un support avec son interrupteur et sa prise de courant.

Sur le même principe, la Gold Car Heating Co° construit des poêles et des radiateurs d'appartement.

M. Frédéric Fouché, de Paris, construit des fers à souder électrothermiques qui présentent le grand avantage de supprimer tous les inconvénients et les dangers d'incendie inhérents au chauffage au charbon de bois, au gaz et à l'essence de pétrole. De plus, leur emploi permet de réaliser une économie notable. Ne chauffant que les parties à souder, on évite toute détérioration des objets à réunir.

Ce fer à souder se compose de trois parties :

- 1° Une boîte à charnière avec son manche et sa prise de courant ;
- 2° Un bloc électrothermique ;
- 3° Une tige cylindro-conique constituant le fer à souder proprement dit et chauffée par le bloc électrothermique.

Le bloc électrothermique est l'organe essentiel. Il est constitué par une série de résistances métalliques isolées au mica et entourées d'amiante. Les résistances métalliques s'échauffent sous l'action du passage du courant et communiquent à la tige cylindro-conique la température nécessaire pour obtenir la fusion de la soudure.

Ce bloc se place dans la boîte à charnière que l'on ouvre en tirant la broche qui la ferme et en prenant la précaution de faire porter les deux prises de courant dont il est muni sur le double contact à ressort disposé dans le fond de la boîte ; la fermeture de cette dernière assure un bon contact par pression.

Quant à la tige cylindro-conique, elle s'engage par son extrémité conique dans le bloc ; elle peut être enlevée ou placée sans difficulté, car elle ne comporte ni vis, ni écrou ; elle peut être forgée ou limée, selon le travail à effectuer, en ayant soin, toutefois, de ne pas détériorer la partie conique qui établit le contact avec le bloc.

La boîte à charnière est munie d'un manche en bois, terminé par un tube portant une broche qui s'enfonce dans la prise de courant fixée sous l'établi de l'ouvrier soudeur.

Appareils utilisant des résistances en fils métalliques enrobés. — La Société du familistère de Guise (Aisne) avait exposé des appareils de chauffage dans lesquels la résistance, constituée par des fils métalliques, est fixée sur une plaque de métal au moyen d'un verre spécial. La chaleur produite par le passage du courant dans les fils métalliques se transmet par conduction et non par convection.

Pour réaliser les appareils que construit aujourd'hui la Société du familistère de Guise, il a fallu surmonter de nombreuses difficultés pratiques pour pouvoir arriver à trouver un verre qui fût suffisamment isolant, tout en étant conducteur de la chaleur autant que cela était possible.

En résumé, il fallait, pour obtenir de bons appareils de chauffage, satisfaire aux exigences suivantes :

1° La surface métallique de la plaque doit être très conductrice et adhérer parfaitement au verre isolant ;

2° Le verre spécial servant d'isolant doit avoir une élasticité aussi grande que possible pour que les dilatations et les contractions répétées ne puissent déterminer des ruptures ou des craquelures suffisantes pour que le fil de la résistance soit mis à nu ou en contact avec la plaque métallique ;

3° Le verre isolant doit avoir un point de fusion aussi élevé que possible pour ne pas fondre sous l'action d'un courant d'intensité anormale amenant la résistance à la température du rouge ; il doit être, en outre, conducteur de la chaleur, si possible, et constituer, en même temps, un bon isolant au point de vue électrique pour que l'appareil de chauffage puisse supporter des tensions assez élevées ;

4° Le fil constituant les résistances doit être parfaitement noyé dans le verre et être aussi rapproché que possible de la plaque métallique, tout en étant suffisamment isolé. Le coefficient de dilatation du fil métallique doit être sensiblement égal à celui du verre employé ;

5° Il est indispensable que la couche de verre ne contienne aucune bulle d'air qui, en se dilatant, pourrait faire craquer l'isolant.

Les procédés employés par la Société du familistère paraissent répondre à ces exigences.

Dans leurs appareils de chauffage, la transmission de la chaleur par conduction au travers d'une paroi métallique est proportionnelle à la différence des températures sur les deux faces, inversement proportionnelle à l'épaisseur de la paroi et enfin proportionnelle au coefficient de conductibilité pour la chaleur du métal employé ; ce coefficient est la quantité de calories qui traverse pendant 1 heure une plaque à surfaces planes et parallèles par mètre carré, pour une épaisseur de 1 m et pour une différence de température de 1° entre les deux faces. Le métal qui aurait convenu le mieux était le cuivre rouge, dont le coefficient de conduction est 69, tandis que celui du fer n'est que 28 ; en admettant 1 000 pour coefficient de l'or, celui du cuivre est 900, celui du fer 375 et celui de la fonte 561. Mais le cuivre a un coefficient de dilatation linéaire relativement élevé : 0,0000178 (celui de la fonte étant 0,000010 et celui du fer 0,000011). Le coefficient de l'isolant étant un peu supérieur à celui du verre ordinaire (qui est de 0,000009) se rapproche davantage de celui du fer que de celui du cuivre ; c'est pour cette raison que le fer a été choisi, surtout la fonte qui se prête par le moulage à toutes les formes voulues.

Le côté extérieur de la plaque est garni de nervures très minces pour augmenter la surface radiante. Les nervures sont évidemment verticales pour faciliter la diffusion par convection ; dans les appareils où le chauffage a lieu par contact elles sont supprimées.

La résistance électrique de l'isolant est à peu de chose près celle du verre. Comme celle-ci, elle va en diminuant avec l'augmentation de température, mais elle est toujours plus que suffisante pour assurer l'isolement du fil avec les tensions ordinaires (les appareils alimentés avec du courant alternatif à 230 volts fonctionnent très bien). Son point de fusion varie du rouge cerise naissant au rouge cerise, c'est-à-dire de 800° à 900°. Sa composition est telle que son élasticité est à peu près la même que celle de la fonte ; cela permet d'éviter les craquelures et les ruptures dues aux dilatations, à la condition de ne pas trop élever la température. Il se prête surtout très bien aux mises en marche et arrêts répétés.

Les résistances sont constituées par des fils recourbés en forme de sinusöide, afin d'atténuer autant que possible les effets de la dilatation linéaire. Le métal employé est tantôt du maillechort, tantôt du ferro-nickel, du fer ou du platine.

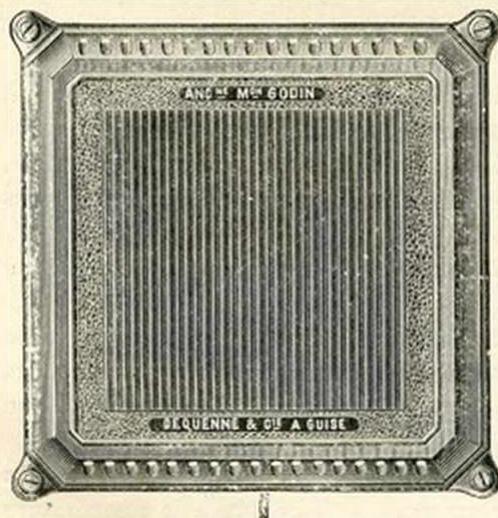


FIG. 10. — Chauffeuse applique du Familistère de Guise.

Dans les petits appareils, le fil employé a une résistivité de 78 microhms centimètre, ce qui donne une résistance de 98 à 99 ohms par mètre pour un fil de 0,1 mm. On est parvenu à noyer dans l'isolant des fils atteignant jusqu'à 0,7 et 0,8 mm.

Le diamètre des fils constituant les résistances a été calculé pour que l'énergie électrique qu'elles doivent absorber d'une façon normale ne les amène pas à une température supérieure à celle du rouge sombre ; dans ces conditions, elles ne rougissent pas lorsqu'elles sont fixées sur la plaque, à la condition toutefois que la surface de rayonnement de cette plaque soit assez grande.

Pour ne pas atteindre une température trop élevée qui risquerait de détériorer le verre isolant

en produisant des craquelures, les résistances des divers appareils ont été calculées pour que le passage du courant ne produise pas un échauffement supérieur à 300° ou à 450°. Ainsi, dans les appareils ordinaires où la plaque est maintenue à environ 250°, l'échauffement du fil de la résistance ne dépasse pas 300° ; pour les grils, par exemple, où la plaque est portée à 350°, l'échauffement de la résistance ne dépasse pas 450°.

La Société du familistère de Guise construit de nombreux appareils de chauffage établis

sur les principes qui viennent d'être exposés. Ils sont disposés pour fonctionner sur les circuits à courant continu à 110 volts et, sur demande, la Société les établit pour d'autres tensions; ces appareils fonctionnent également bien sur les circuits à courant alternatif simple et ils peuvent aussi être disposés pour être alimentés par des courants triphasés avec montage en triangle.

Parmi les appareils de chauffage proprement dits, on peut citer les chauffeuses appliques (*fig. 10*), destinées spécialement au chauffage de petits locaux, tels que bureaux, caisses, etc. qui, se plaçant contre le mur, n'occupent ainsi qu'un emplacement très restreint. Certains de ces appareils comportent deux circuits, disposition qui permet de faire fonctionner toutes les résistances ou seulement la moitié; suivant leurs dimensions, ils consomment environ 500, 880 et 1 100 watts.

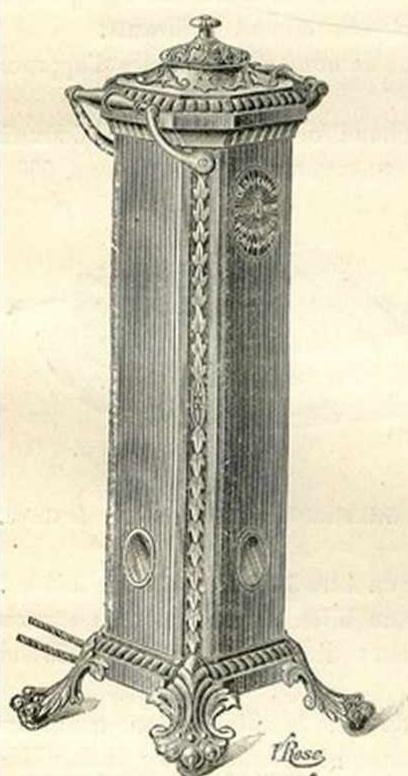


FIG. 11. — Calorifère portatif du Familistère de Guise.

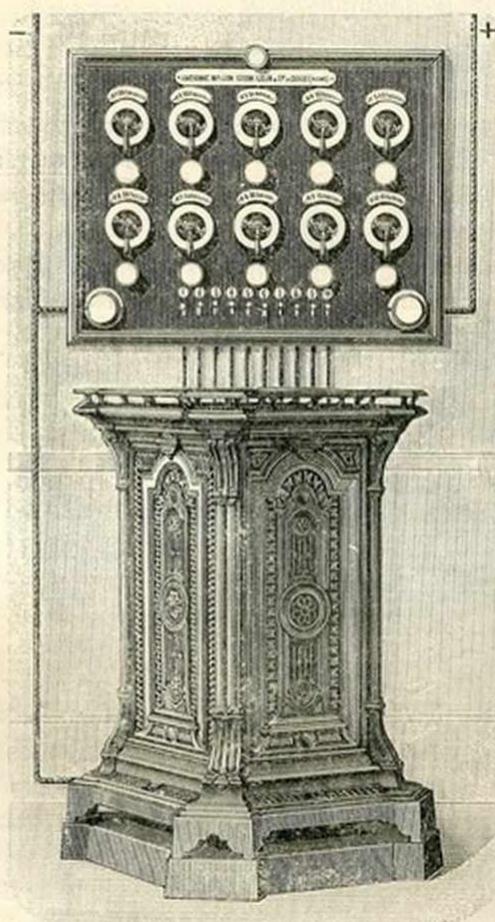


FIG. 12. — Grand calorifère du Familistère de Guise.

Les calorifères portatifs (*fig. 11*), destinés à être transportés d'une pièce dans une autre, consomment suivant leurs dimensions de 11 à 35 hectowatts. Les plus grands comportent deux circuits, disposition qui permet de ne faire fonctionner à volonté que la moitié de l'appareil, lorsque ce dernier a atteint sa température normale; on réalise ainsi une économie sensible d'énergie électrique. Dans certains modèles, une lampe électrique simule le foyer.

La figure 12 représente un grand calorifère qui consomme 300 ampères sous 110 volts. Sur la face postérieure, cet appareil porte un petit tableau sur lequel sont placés 10 bornes, plus une borne commune pour le conducteur de retour; ces 10 bornes sont reliées par des conducteurs à 10 bornes semblables placées sur un tableau de distribution. Par la manœuvre des interrupteurs, on règle la consommation du calorifère, chacun d'eux commandant une résistance qui absorbe 30 ampères.

Le radiateur de salon (*fig. 13*), d'un modèle très élégant, comporte deux circuits et une lampe à incandescence simulant le foyer. En pleine marche, il consomme 22 hectowatts.

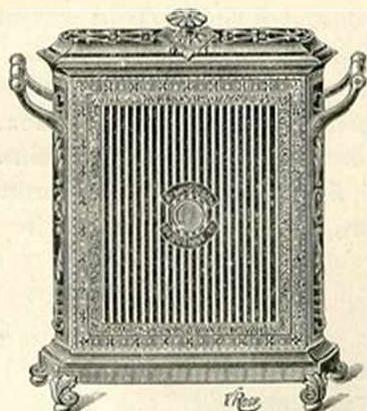


FIG. 13. — Radiateur de salon du Familistère de Guise.

Pour le chauffage des voitures de tramways, il se construit un modèle spécial de radiateur (*fig. 14*) que l'on dissimule sous les banquettes. Ces appareils peuvent être utilisés

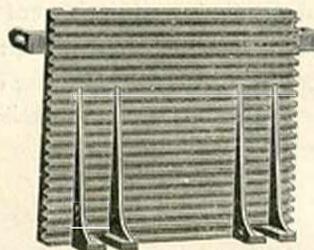


FIG. 14. — Radiateur pour voiture de tramway.

en même temps comme résistances de démarrage pour les moteurs de la voiture; ils consomment 1 kilowatt.

La Société du familistère de Guise construit également de nombreux modèles d'appareils de cuisine.

Les chauffe-plats à deux circuits (*fig. 15*) servent de réchaud lorsqu'on utilise les deux circuits et de chauffe-plats lorsqu'on n'en utilise qu'un; ils consomment, suivant le cas, 660 ou 247 watts.

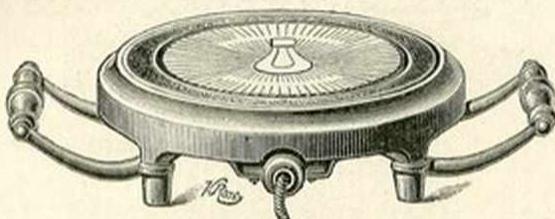


FIG. 15. — Chauffe-plats du Familistère de Guise.

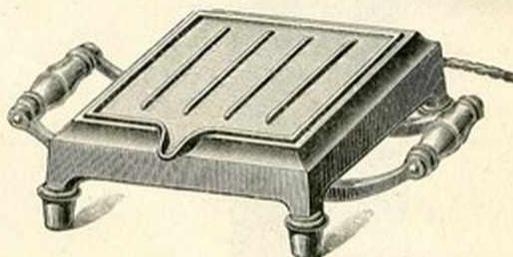


FIG. 16. — Gril électrique du Familistère de Guise.

Les grils (*fig. 16*) atteignent leur température normale en 4 ou 5 minutes et, une fois cette température atteinte, il suffit de 3 à 4 minutes pour cuire un bifteck; ces appareils consomment suivant leurs dimensions de 5 à 8,25 hectowatts.

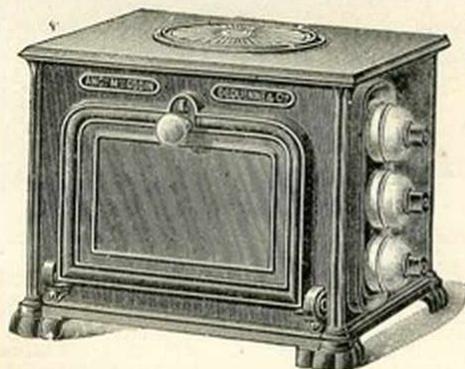


FIG. 17. — Cuisinière électrique du Familistère de Guise.

Les réchauds avec bouilloire d'une contenance de 1, 2 et 3 litres sont constitués par la bouilloire mobile qui repose sur un réchaud l'emboîtant exactement et lui communiquant sa chaleur par contact.

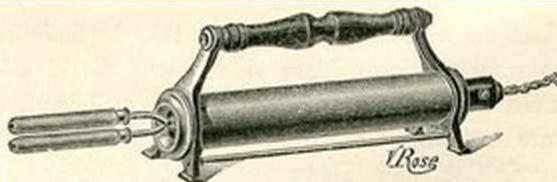


FIG. 18. — Chauffe-fers à friser du Familistère de Guise.

La cuisinière (*fig. 17*) comporte un réchaud et un four à rôtir. Elle est munie de trois interrupteurs; le premier commande le réchaud et les deux autres chacun une moitié du four, ce qui permet d'obtenir diverses températures suivant les besoins. La cuisinière consomme 2 kilowatts à pleine marche.

Les faitouts, d'une contenance de 2; 5; 7,5 et 10,5 litres, consomment respectivement 5; 10; 13,2 et 16,5 hectowatts.

Parmi les appareils divers, on peut citer des fers à repasser avec prise de courant mobile, afin de pouvoir les utiliser, soit en laissant constamment la prise de courant sur l'appareil, soit en détachant la prise de courant, une fois le fer chaud, avant de s'en servir. A citer également les chauffe-fers à friser (*fig. 18*) ne consommant que 82 watts, les fers à souder, les pots à colle, les pots à eau, les chaufferettes, les bassinoires, les chauffe-linge, etc.

L'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft construit des appareils de chauffage dans lesquels les résistances sont constituées aussi par des fils métalliques enrobés dans un émail spécial qui sert en même temps à les fixer sur une plaque métallique s'échauffant par conduction.

Cette Société avait exposé un très grand nombre de modèles d'appareils de chauffage pour divers usages.

Parmi les appareils de chauffage proprement dits, on peut citer :

1° Des calorifères style renaissance, style rococo et de forme anglaise (*fig. 19*) ; ces appareils sont à quatre circuits indépendants pouvant être mis en service à volonté ; ils se construisent pour chauffer des locaux ayant 100, 200 et 400 mètres cubes avec une consommation maximum d'énergie électrique qui est respectivement de 5 500, 11 000 et 22 000 watts ;

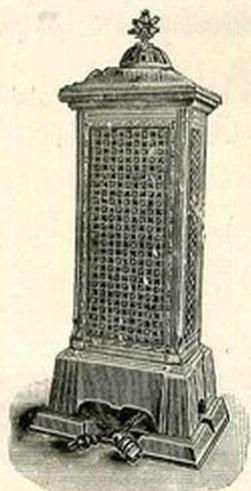


Fig. 19. — Calorifère portatif de l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft.

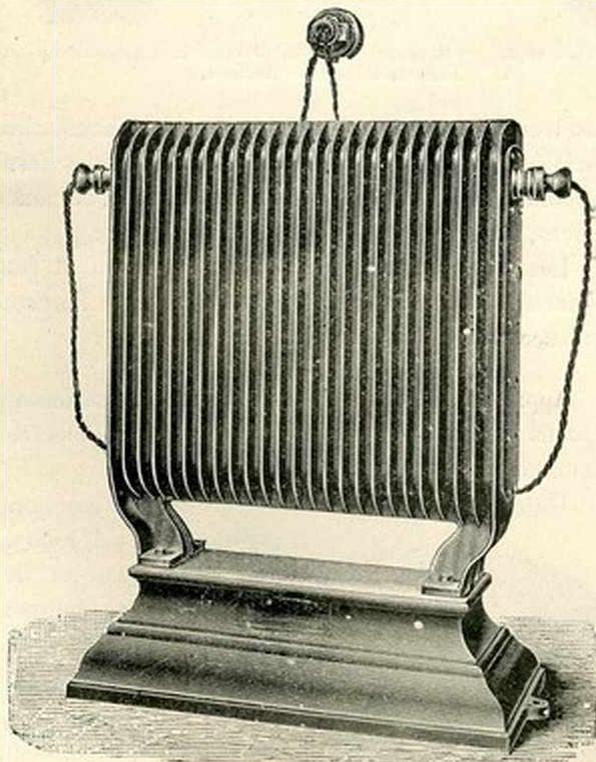


Fig. 20. — Radiateur de l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft.

2° Des radiateurs (*fig. 20*) avec corps nervé en fonte pouvant chauffer environ 35 et 70 mètres cubes, avec deux circuits indépendants. Le premier modèle consomme 880 et 1 760 watts ; le second, 1 760 et 3 520 watts ;

3° Des poêles portatifs pouvant au besoin se placer dans une cheminée et munis d'un commutateur permettant d'obtenir quatre températures différentes avec une consommation variant de 550 à 2 650 watts ;

4° Des calorifères portatifs en fonte polie et nickelée avec vitraux de couleur, comportant quatre panneaux de chauffage et une lampe à incandescence simulant le foyer ; ces appareils consomment environ 1 800 watts.

La plupart des appareils de cuisine à résistances enrobées sont des mêmes modèles que

ceux déjà décrits avec résistances en fils nus ; ils présentent sur ces derniers l'avantage d'obtenir plus rapidement la température voulue.

Certains appareils de cuisine se construisent exclusivement avec résistances enrobées,

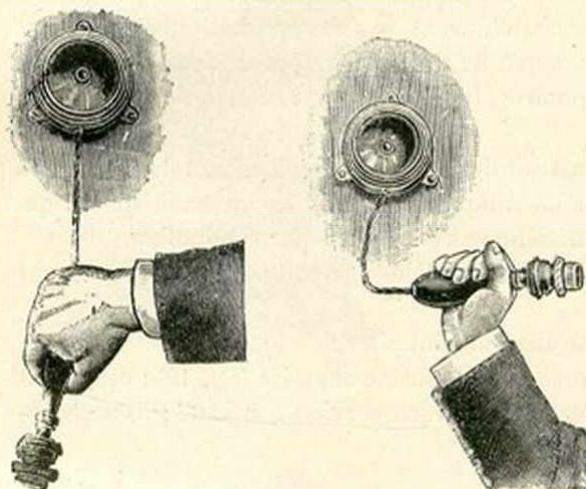


FIG. 21 et 22. — Allume-cigare électrique de l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft.

tels, par exemple, les poêles à frire, les rôtissoires, les samovars, les chauffe-plats, les grils, etc. La rôtissoire comporte une double enveloppe en tôle perforée et un commutateur pour quatre circuits : surface du fond et surface du haut, consommant chacune 1 450 watts, et deux parois latérales, absorbant chacune 1 350 watts.

Les appareils de chauffage industriels comprenaient des marmites à colle, des réchauffeurs pour cire à cacheter à l'usage des bureaux de poste, des fours à fondre la résine, la cire et des substances analogues avec marmite de 3 litres et robinet de vidange, des plateaux-chauffeurs en fer pour évaporation à l'usage des laboratoires, des

chaudrons, des tables chauffantes pour réchauffer les objets métalliques à vernir, des chaudières spéciales pour fusion de la cire à bouteille, des fers à repasser, des réchauffeurs se plaçant sur une conduite d'eau pour hôtels, restaurants, coiffeurs, des grands percolateurs à café pour limonadiers, etc.

Les allume-cigares (fig. 21) sont également constitués par des résistances enrobées, mises en circuit par un contact à mercure dès que l'on soulève l'appareil (fig. 22) et qui portent à l'incandescence un tampon allumeur.

Appareils utilisant des résistances constituées par des dépôts métalliques. — Les appareils exposés par la Compagnie de chauffage par l'électricité sont fabriqués à Paris d'après les brevets allemands *Prometheus*.

Dans les appareils fondés sur ce système, on applique des bandes extrêmement minces, de 1/300 à 1/4000 de millimètre, de métaux précieux, principalement d'or et de platine, sur un support isolant. Cette couche, de longueur et de largeur appropriées à la tension du courant et au nombre de watts à dépenser, est appliquée à l'aide de fondants comme les peintures d'or sur porcelaine.

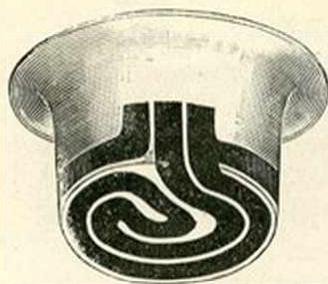


FIG. 23. — Vase intérieur montrant la disposition des résistances, système *Prometheus*.

Suivant les applications, le support isolant peut être un émail spécial (température au-dessous de 250°) ou du mica en feuilles très minces (températures jusque vers le rouge sombre). En tout cas, ce support est assez léger pour absorber très peu de chaleur et transmettre rapidement et intégralement l'énergie calorifique aux corps à chauffer.

Pour le chauffage des liquides à une température ne dépassant pas 200°, on utilise des vases à double enveloppe. La surface extérieure du vase intérieur en tôle est revêtue d'un émail isolant sur lequel est déposée une couche extrêmement mince de métaux précieux (fig. 23) sous la forme d'un large ruban conducteur dans lequel circule le courant. Ce récipient est placé dans un second vase métallique plus ou moins luxueux.

Ce dispositif présente l'avantage de mettre la résistance métallique à l'abri de l'air et de donner un rendement extrêmement élevé qui atteint 90 0/0 du rendement théorique. Ainsi, pour des marmites de toute capacité, depuis 0,3 litre jusqu'à 6 litres, on consomme environ un

hectowatt-heure pour amener à l'ébullition 1 litre d'eau prise à la température initiale de 15°.

Les appareils d'une capacité d'un litre et au dessus comportent deux circuits disposés de façon à obtenir quatre températures différentes :

- 1° Chauffage intense, deux circuits en parallèle (fig. 24) ;
- 2° Chauffage moyen, un seul circuit au fond de l'appareil (fig. 25) ;

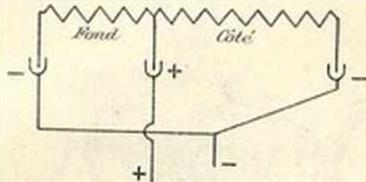


FIG. 24.

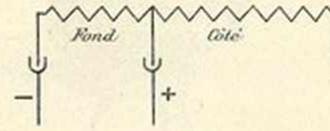


FIG. 25.

- 3° Chauffage moyen, mais plus faible que le précédent, un seul circuit sur le côté (fig. 26) ;
- 4° Chauffage lent en veilleuse, les deux circuits en série (fig. 27).

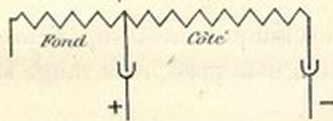


FIG. 26.

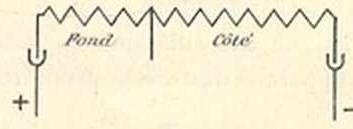


FIG. 27.

Un dispositif spécial permet de grouper à volonté les deux circuits comme il vient d'être indiqué.

Ce genre d'appareils de chauffage est facilement réparable, car l'enveloppe extérieure peut

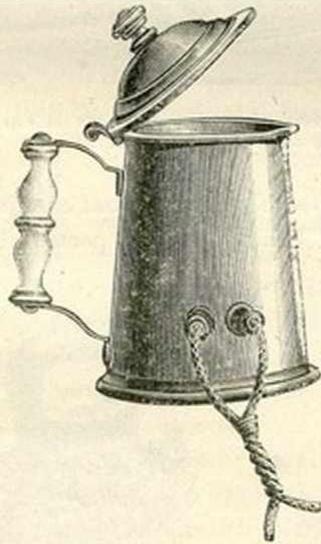


FIG. 28. — Pot à lait de la Compagnie de chauffage par l'électricité.



FIG. 29. — Bouilloire de la Compagnie de chauffage par l'électricité.

servir très longtemps et peut être constituée par des pièces d'orfèvrerie qu'il est toujours facile de transformer en les munissant du dispositif de chauffage qui vient d'être décrit.

Il se construit des appareils de ce système pour toutes sortes d'applications. Comme appareils de cuisine ou de salle à manger, on peut citer les pots à lait (fig. 28), les bouilloires (fig. 29) ;

les théières (fig. 30), les bain-marie (fig. 31), les casseroles, les poêles à frire, les stériliseurs (fig. 32 et 33), etc.

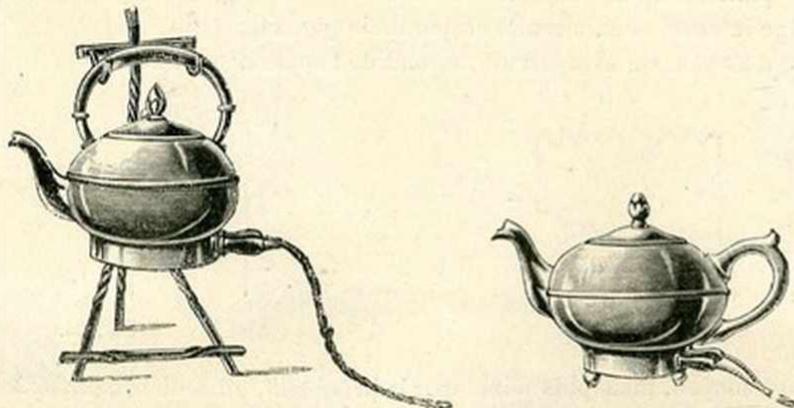


FIG. 30. — Théières de la Compagnie de chauffage par l'électricité.

L'émail de ces différents appareils ne résiste pas à des températures supérieures à 250°. Pour les appareils destinés à produire des températures atteignant presque le rouge sombre, le

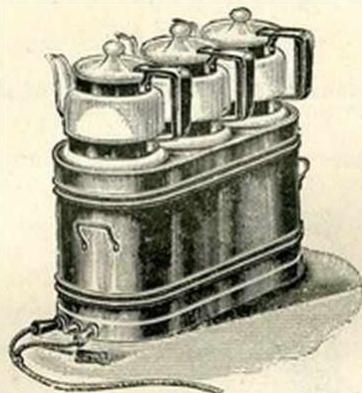


FIG. 31. — Bain-marie de la Compagnie de chauffage par l'électricité.

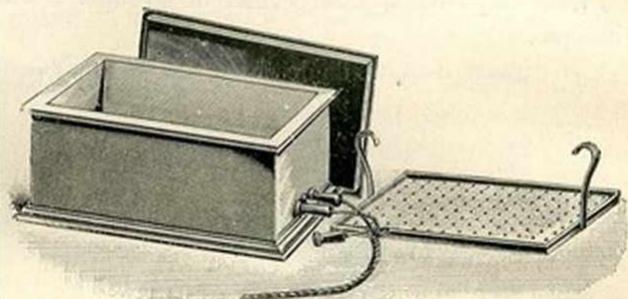


FIG. 32. — Stérilisateur électrique de la Compagnie de chauffage par l'électricité.

dépôt métallique est effectué sur des feuilles de mica. Ces feuilles de mica sont comprimées entre deux surfaces métalliques développables (plan, cylindre, cône), ce qui a permis de créer des



FIG. 33. — Stérilisateur électrique de la Compagnie de chauffage par l'électricité.

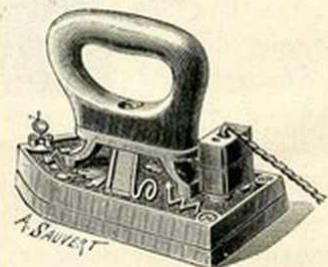


FIG. 34. — Fer à repasser électrique de la Compagnie de chauffage par l'électricité.

modèles de formes très diverses, tels que fers à gaufres, fers à repasser (fig. 34), chauffe-fers à friser (fig. 35), certains fours, etc. Des fers à gaufres de ce système, débitant 3 000 gaufres par jour, fonctionnaient dans le Pavillon de l'alimentation laitière à l'Exposition.

risés par l'emploi de résistances que l'on peut amener à l'incandescence à l'air libre et qu'ils ont dénommées *résistances métallo-céramiques*.

La fabrication de ces résistances est basée sur ce fait que l'on peut diminuer la conductivité des métaux par l'introduction dans une poudre métallique quelconque de corps spéciaux non conducteurs.

Par suite de la pression considérable et de la haute température auxquelles elles sont soumises pendant leur fabrication, ces résistances acquièrent une grande solidité, sont d'un maniement facile et peuvent se prêter à toutes les exigences de l'industrie électrique.

A l'air libre, sous l'action du courant électrique qui les parcourt, ces résistances peuvent être amenées jusqu'à l'incandescence et supporter, sans détérioration aucune, un surcroît de débit, même très élevé.

La résistivité de la matière fabriquée variant avec la nature du métal employé et sa proportion, on peut obtenir, sous une forme quelconque, crayons, barres, plaques, etc., toutes les résistances désirables.

La possibilité de faire varier dans une aussi grande limite la résistance de cette substance métallo-céramique permet d'obtenir, par exemple, avec une plaquette de $50 \times 10 \times 3$ mm, une résistance totale de 100 ohms, soit une résistivité *un million* de fois plus grande que celle du métal employé.



FIG. 37. — Fourneau électrique Parvillée.

Les résistances Parvillée peuvent absorber 16 500 watts par kilogramme de matière.

A surface égale, comparées aux appareils actuellement en usage, elles dégagent 14 fois plus de chaleur par unité de surface que les meilleurs d'entre eux ; de plus, le rayonnement calorifique est total, puisqu'elles rougissent à l'air libre.

La possibilité de dégager sous un très petit volume un nombre aussi considérable de ca-

lories permet d'appliquer avantageusement ces résistances à la construction des appareils de chauffage domestique ou industriel ; l'émission des rayons calorifiques lumineux donne à ces appareils un aspect des plus agréables.

De plus, ces résistances permettent de constituer pour la cuisine des grils électriques sous lesquels on peut réellement griller à feu vif, avec une dépense très minime, résultat qui n'avait pas encore été obtenu jusqu'à présent.

Le remplacement des résistances qui pourraient être mises hors d'usage peut se faire très rapidement et à peu de frais, sans démonter l'appareil lui-même.

Le fourneau électrique (fig. 37) est un appareil en fonte émaillée avec disques mobiles ; il est construit pour recevoir tout le matériel ordinaire de cuisine.

Les résistances étant amenées à l'air libre jusqu'à l'incandescence, on peut, avec cet appareil, obtenir une température considérable, faire bouillir, par exemple, un litre d'eau en moins de cinq minutes.

Avec un ustensile de cuisine quelconque, la quantité de calories perdues par le refroidissement des parois non chauffées est fonction du temps et, si les calories fournies ne sont pas en rapport avec le volume à chauffer, l'ébullition n'est jamais obtenue. En effet, il ne suffit pas de fournir des calories, il faut en fournir assez pour augmenter la température du liquide à chauffer et remplacer aussi toutes celles qui sont perdues, perte qui devient de plus en plus grande avec l'élévation de température.

Il y a donc intérêt à aller très vite. Ce fourneau remplit parfaitement ces conditions, puisqu'on peut absorber, au besoin, avec cet appareil plus de 25 ampères sous 110 volts.

Ainsi que l'indique la figure 38, donnant la coupe de l'appareil, les résistances R sont maintenues par des pinces en cuivre montées sur des lames flexibles permettant la dilatation des résistances. Les extrémités de ces dernières sont rendues, lors de leur fabrication, beaucoup plus conductrices que la résistance elle-même, afin d'obtenir un contact parfait et d'éviter qu'elles n'atteignent la température du rouge et fassent, par suite, rougir les pinces qui les supportent.

Les lames de cuivre sont montées sur la pièce en porcelaine P servant de support isolant et en même temps de réflecteur.

Les ustensiles de cuisine reçoivent donc, non seulement les rayons calorifiques directs des faces supérieures des résistances R, mais aussi ceux réfléchis par les surfaces de porcelaine et provenant des faces intérieures et latérales.

Dans un autre modèle de fourneau (fig. 39), destiné à produire l'ébullition des liquides, le récipient se trouve encastré dans l'appareil et reçoit non seulement la chaleur par la partie inférieure, mais aussi sur tout son pourtour. Son rendement est donc plus élevé que celui du modèle précédent, mais il ne peut recevoir qu'une seule forme de récipient.

Dans ces fourneaux, la température se règle en intercalant dans le circuit un nombre plus ou moins grand de résistances.

L'avantage incontestable de ces appareils consiste dans l'indépendance absolue des résistances qui peuvent être remplacées instantanément avec une faible dépense. De plus, en substituant simplement des résistances appropriées, on peut, avec le même appareil, dégager un nombre de calories de beaucoup supérieur ou inférieur au régime du modèle normal, c'est-à-dire, par exemple, depuis 5 jusqu'à 25 ampères sous 120 volts.

La rôtissoire que montre la figure 40 est du même système; les résistances sont disposées à l'intérieur sur le pourtour de l'enveloppe. Cet appareil consomme 600 watts-heure pour rôtir un poulet, soit environ 500 watts-heure par kilogramme de rôti.

On peut citer également le grill à feu vif (fig. 41) consommant 12 ampères sous 110 volts; le chauffe-lit électrique (fig. 42) fonctionnant avec 0,15 ampère sous 110 volts; le four à pâtis-

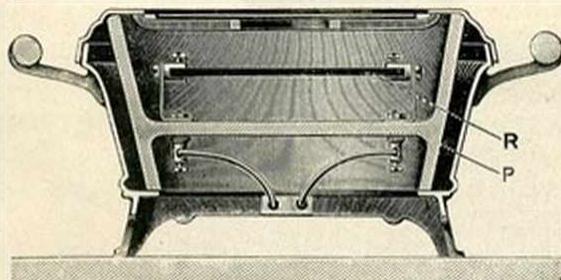


FIG. 38. — Coupe du fourneau électrique Parvillée.

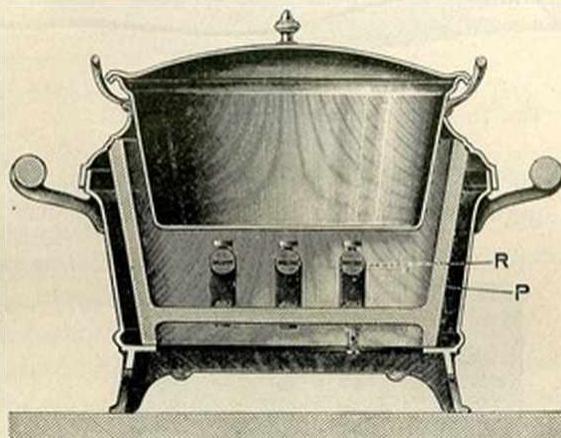


FIG. 39. — Autre modèle de fourneau électrique Parvillée.

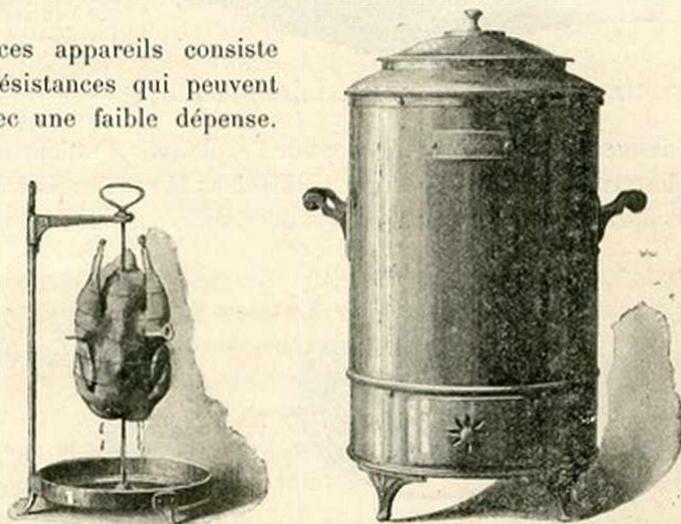


FIG. 40. — Rôtissoire électrique Parvillée.

série (fig. 43) absorbant 900 watts; le fer à repasser (fig. 44) consommant 1 980 watts et le chauffe-fer à friser fonctionnant avec 2 ampères sous 110 volts et le fer à souder (fig. 45).

Une application importante des appareils de cuisine de la Société Parvillée frères a été réalisée à l'Exposition au restaurant espagnol « La Feria » et a démontré que les appareils de chauffage électrique présentent dans une cuisine de grands avantages sur les fourneaux à charbon ou au gaz, parce qu'ils suppriment du coup la fumée, les cendres, les dangers d'incendie, les mauvaises odeurs, etc.

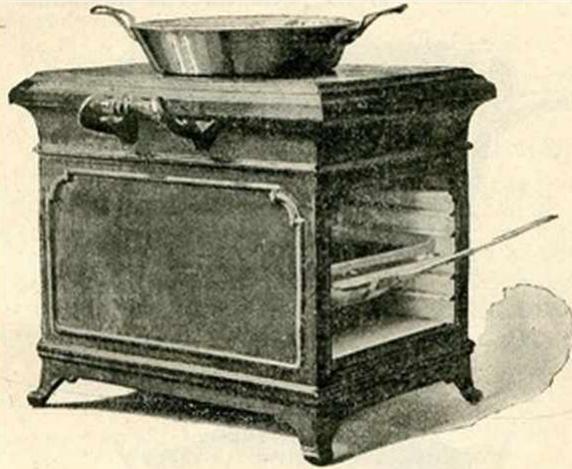


FIG. 41. — Gril à feu vif, système Parvillée.

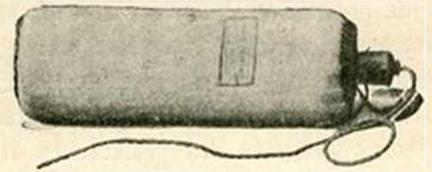


FIG. 42. — Chauffe-lit électrique système Parvillée.

Il est incontestable qu'il est beaucoup plus facile et plus rapide de manœuvrer un interrupteur que d'allumer un feu de charbon, d'en enlever les cendres et de le maintenir souvent toute

une journée pour ne l'utiliser que d'une façon intermittente. De plus, l'emploi des appareils électriques évite l'élévation anormale de la température qui se produit dans toute la cuisine ainsi que le dégagement de fumée et de gaz nuisibles. Il s'ensuit que le jour où les applications thermiques du courant électrique seront utilisées d'une manière générale, il y aura un grand progrès de réalisé au point de vue hygiénique.

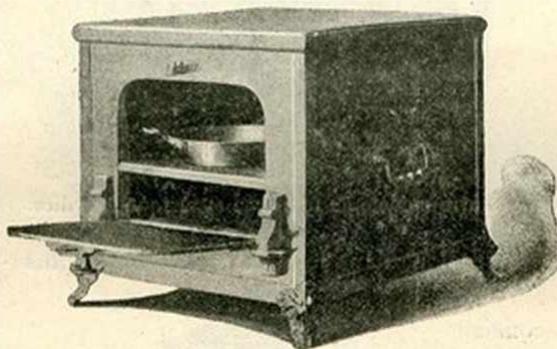


FIG. 43. — Four à pâtisserie système Parvillée.

L'installation électrique des cuisines du restaurant « La Feria » a prouvé pratiquement que le chauffage électrique se prêtait

parfaitement à toutes les exigences de l'exploitation rationnelle d'un établissement de ce genre.

Le pavillon royal d'Espagne, édifié dans la rue des Nations sur le quai d'Orsay, renfermait des collections uniques au monde et de nombreuses richesses artistiques réunies dans ce palais

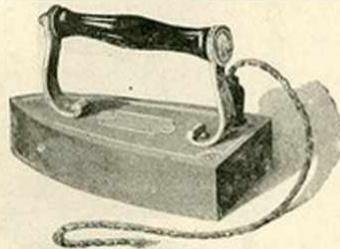


FIG. 44. — Fer à repasser système Parvillée.



FIG. 45. — Fer à souder système Parvillée.

en vue de l'Exposition. Aussi le gouvernement espagnol ainsi que l'Administration de l'Exposition n'avaient autorisé l'établissement d'un restaurant dans le rez-de-chaussée de ce pavillon, qu'à la condition expresse qu'on n'utiliserait ni charbon, ni gaz, ni pétrole afin d'éviter tout danger d'incendie.

Malgré cette interdiction d'employer les modes usuels de chauffage, le Conseil d'administration de « la Feria », persistant dans son idée d'installer un café-restaurant, eut l'heureuse idée de demander à l'énergie électrique non seulement l'éclairage, mais aussi le chauffage.

L'entreprise était assez audacieuse, car il s'agissait d'assurer un service régulier de trois à quatre cents repas par jour avec le menu très complexe que comporte tout établissement de luxe. Le Conseil d'administration s'adressa alors à la Société anonyme des anciens établissements Parvillée qui fut seul, parmi les concurrents appelés, à accepter la lourde tâche de réaliser l'installation la plus importante qui ait été faite jusqu'ici.

Cette tentative a été couronnée d'un succès inespéré; l'établissement de « la Feria » a pu servir, sans aucune difficulté, une moyenne de 600 repas par jour, auxquels il convient d'ajouter ceux du nombreux personnel qu'il occupait, ainsi que des artistes de la troupe espagnole qui y donnait des concerts accompagnés de danses.

Le matériel de chauffage installé dans les cuisines comprenait un grand fourneau, deux grands grilloirs, deux fours, un réservoir à eau chaude, un légumier et un petit fourneau.

Le grand fourneau de cuisine avait 2,10 m de longueur et 1,10 m de largeur. Il était muni de huit foyers constitués chacun par des groupes de résistances pouvant être portées au rouge vif et supportant sans détérioration une température de 1 200°.

Quatre de ces foyers consommaient chacun 25 ampères sous 100-110 volts, soit en moyenne 2 750 watts.

Les quatre autres foyers consommaient chacun 20 ampères.

La chaleur non utilisée par rayonnement direct servait à chauffer les plaques intermédiaires du fourneau sur lesquelles s'achevait la cuisson commencée par l'un des grands foyers. Chacun de ces derniers était commandé directement par un interrupteur, ce qui permettait de supprimer instantanément la consommation de courant de tout foyer non utilisé.

En pleine marche, ce grand fourneau absorbait 180 ampères.

Les deux grilloirs à feu vif rôtissaient les aliments par la partie supérieure. On évite ainsi la chute des matières grasses sur le foyer et, par conséquent, toute mauvaise odeur et toute fumée. Les rôtis ainsi préparés sont amenés mathématiquement au degré voulu de cuisson dans les meilleures conditions de propreté. L'un des grilloirs absorbait 25 ampères, et l'autre 35.

Des deux fours installés, l'un était disposé pour être chauffé par la partie inférieure et consommait 20 ampères; le second avait plusieurs foyers disposés dans la partie supérieure et alimentés par des circuits différents. Lorsque tous les foyers étaient alimentés, la consommation était de 50 ampères au maximum. Ce four était utilisé chaque jour pour faire cuire 35 kg de viande en même temps; la cuisson exigeait trois heures et demie, avec un débit moyen de 40 ampères, ce qui correspond à une consommation de courant de 45 watts-heure par kilogramme de viande.

Le réservoir à eau chaude et le légumier, chacun de 30 litres de capacité, consommaient 20 ampères.

Enfin, le service du café, du chocolat et du thé était assuré par un petit fourneau à deux foyers, absorbant chacun 15 ampères et par un bain-marie à copettes de 20 ampères.

Tous les appareils de chauffage qui viennent d'être décrits étaient construits en tôle avec armatures en fer poli. Ils étaient à double paroi et l'espace libre entre les parois était garni d'amiante.

Telle était l'installation vraiment remarquable effectuée par la Société des établissements Parvillée et qui fonctionna très régulièrement et sans interruption depuis le 24 avril 1900 jusqu'à la clôture de l'Exposition; c'est la meilleure preuve que l'on puisse donner de l'efficacité du système. Nous devons ajouter que le personnel de la cuisine, et particulièrement son chef, s'est prêté de très bonne grâce à l'emploi de ce système de chauffage et qu'il s'est très rapidement mis au courant des manœuvres nécessitées pour la conduite de l'installation.

En résumé, la consommation maximum d'énergie électrique utilisée pour les appareils de chauffage de la cuisine, était de 350 kilowatts-heure par jour. Il convient d'en déduire environ

70 kilowatts-heure pour le service du café proprement dit, c'est-à-dire pour tout ce qui est consommé en dehors des repas. Dans ces conditions il reste 280 kilowatts-heure pour le service du restaurant, soit environ une consommation de 480 watts-heure par *repas payant*.

M. Le Roy, de Paris, avait exposé des plaques de chauffage et un calorifère dans lesquels sont disposées des résistances en silicium aggloméré fonctionnant à l'air libre.

Ces résistances ont la forme de petites plaquettes à section rectangulaire de 10 cm de longueur, 1 cm de largeur et 0,5 cm d'épaisseur. La résistance de ces plaquettes peut varier,

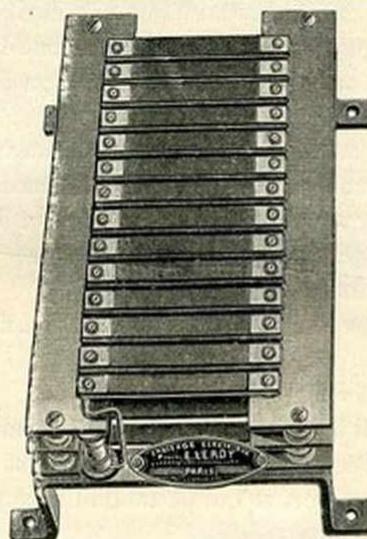


FIG. 46. — Radiateur système Le Roy.

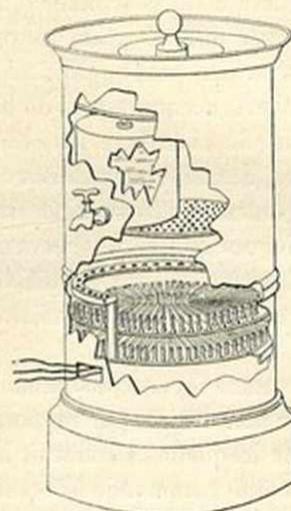


FIG. 47. — Calorifère système Le Roy.

suivant leur composition, depuis 0,1 ohm jusqu'à 100 ohms. Elles sont métallisées à leurs extrémités afin d'assurer un bon contact avec les pinces métalliques qui leur servent de support et permettent en même temps d'effectuer les connexions nécessaires pour les relier au circuit.

Les plaques de chauffage ou radiateurs (*fig. 46*) sont montées sur des cadres en fer qui peuvent affecter toutes formes et dont les dimensions varient suivant les cas.

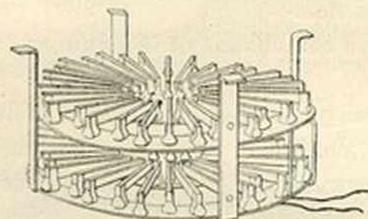
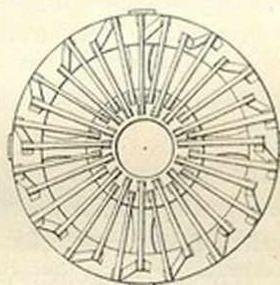


FIG. 48. — Détail des couronnes de chauffage du calorifère Le Roy.

Les calorifères (*fig. 47*) comportent, suivant les modèles, deux ou plusieurs couronnes de résistances composées chacune de 32 plaquettes consommant chacune 32 watts. Ces couronnes (*fig. 48*) sont couplées en quantité et disposées à la partie inférieure du calorifère. Au-dessus de ce foyer électrique se trouve un autre cylindre formant chambre de chauffe et permettant d'utiliser la chaleur dégagée pour les besoins domestiques et pour le chauffage de l'air ambiant; une tôle perforée est disposée à cet effet dans l'appareil. Dans les grands modèles, il y a un petit réservoir à eau de 5 litres.

Le calorifère étant monté sur roulettes peut être déplacé facilement.

Les divers modèles destinés au chauffage de locaux ayant 20, 40, 60 et 80 mètres cubes de capacité, consomment respectivement 4,5 ; 9 ; 13,5 et 18 ampères sous 110 volts. Ils peuvent être construits pour toutes tensions jusqu'à 250 volts.

Appareils utilisant des résistances placées dans le vide. — Indépendamment des appareils qui comportent des résistances en silicium aggloméré, M. Le Roy avait aussi exposé d'autres appareils de chauffage avec des résistances en silicium placées dans le vide et que l'inventeur a dénommées bûches électriques.

L'avantage que présente l'emploi de substances de grande résistivité telles que le silicium consiste en ce fait que l'on est amené à augmenter considérablement la section des conducteurs, c'est-à-dire leur résistance mécanique et, comme on doit diminuer également, dans de grandes proportions, leur longueur, on réduit énormément leur encombrement.

Pour prévenir l'oxydation de ces bûches et permettre, par suite, d'élever leur température au rouge, M. Le Roy a dû recourir à l'emploi du vide; c'est peut-être la seule réelle complication de son système, mais cette complication est rachetée par d'autres avantages : l'inocuité parfaite de ce mode de chauffage, le maniement facile des bûches, l'absence de tout danger d'incendie ou de tout résidu de combustion.

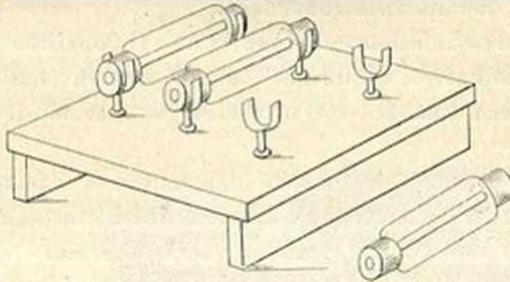


FIG. 49. — Montage des bûches Le Roy.

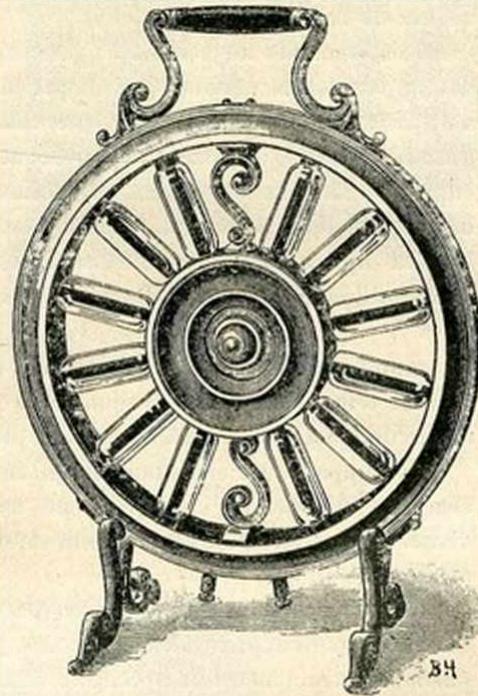


FIG. 50. — Radiateur de salon, système Le Roy.

Il reste à examiner comment sont constitués ces éléments de chauffage, leur montage, leurs propriétés électriques et calorifiques.

Les bûches ont en général, pour 110 volts, les dimensions suivantes : longueur, 100 mm ; largeur, 10 mm ; épaisseur, 3 mm. Ces petits parallépipèdes sont métallisés à leurs deux extrémités, de façon à prévenir leur échauffement et à assurer un bon contact électrique avec les pinces qui servent à leur amener le courant. Ces pinces sont reliées à deux douilles métalliques scellées au plâtre à chacune des extrémités de l'ampoule ou tube de verre dans laquelle la bûche se trouve enfermée.

On fait le vide dans ce tube de verre; cette opération est indispensable et doit être faite soigneusement, sinon, à la température où sont portées les bûches, l'oxydation se produirait rapidement et l'élément serait mis hors de service par suite de son énorme augmentation de résistance; si l'oxydation ne donne pas naissance, comme dans le cas du carbone, à des produits volatils qui mettent par suite constamment à nu la surface oxydable, elle recouvre le silicium d'une couche qui n'est pas seulement superficielle, mais qui semble, au contraire, pénétrer la masse même du conducteur.

D'après les dimensions que nous avons indiquées ci-dessus, la surface rayonnante d'un

élément capable d'absorber en une heure une quantité d'énergie électrique égale à 150 watts-heure, serait égale à 26 cm², à raison de 864 calories-kilogramme-degré par kilowatt-heure; chaque bûche dégage donc par heure 129,6 calories-kilogramme-degré soit environ 5 calories par centimètre carré de surface : en d'autres termes, l'énergie électrique absorbée par centimètre carré de surface rayonnante est égale à 6 watts.

Ce chiffre est intéressant à rapprocher de celui qu'on obtient en employant les rhéostats métalliques. Or, on sait que, dans ces appareils, l'énergie absorbée par décimètre carré varie entre 100 et 140 watts-heure.

Le rapport des surfaces rayonnantes dans les deux systèmes est donc comme 1 : 4 ou comme 1 : 6, suivant qu'on admet 450° ou 300° pour la température d'équilibre du fil conducteur.

La comparaison de ces deux valeurs montre les avantages que réalise la bûche au point de vue de l'encombrement.

Ces éléments ne semblent pas cependant appelés à un grand succès pour le chauffage des appareils de cuisine, car il paraît évident *a priori* que les ampoules qui sont à une température bien plus élevée que celle des lampes à incandescence, par suite de la plus grande quantité d'énergie dépensée et de la petite capacité de l'ampoule, ne pourraient pas supporter sans se rompre les projections liquides. Cet inconvénient existe à un bien moindre degré pour les appareils de chauffage d'appartement et pour les étuves.

La figure 49 montre le procédé de fixation des bûches et la figure 50 donne la vue d'ensemble d'un radiateur de salon construit d'après ce système.

Appareils utilisant des résistances liquides. — MM. Adnet et fils avaient exposé des étuves à basse température dans lesquelles le chauffage est obtenu par le passage du courant dans l'eau comprise entre deux électrodes placées à une distance convenable.

Cet appareil de chauffage est placé à la partie inférieure de l'étuve; il est constitué par un récipient cylindrique en cuivre, de faible hauteur, à l'intérieur duquel sont disposés deux disques, également en cuivre, reliés à deux bornes isolées qui traversent les parois de ce récipient.

Ces étuves étant établies pour fonctionner à une température déterminée à l'avance, la distance des deux disques et, par suite, l'épaisseur de la couche d'eau sont invariables et réglées par le constructeur. Ces appareils sont munis du même régulateur de température que les étuves avec lampes à incandescence de MM. Adnet et fils qui seront décrites plus loin.

Ces étuves se règlent pour toutes températures comprises entre 20° et 95°.

APPAREILS UTILISANT DES LAMPES A INCANDESCENCE

Les appareils qu'exposait la Compagnie générale de chauffage par l'électricité étaient munis de lampes à incandescence de construction spéciale; ces lampes sont établies pour fonctionner avec un nombre de watts très élevé par bougie; le filament de gros diamètre et de grande longueur est porté seulement au rouge naissant et il peut par suite absorber une grande quantité d'énergie, c'est-à-dire fournir une grande quantité de chaleur.

Les lampes couramment employées dans ces appareils ont des ampoules cylindriques de 60 mm de diamètre et de 250 mm de longueur; la puissance nécessaire pour les alimenter est de 250 watts pour les lampes à un filament et de 500 watts pour celles à deux filaments sous la différence de potentiel normale de 110 volts.

La figure 51 représente un radiateur pour appartements qui consomme 1 kilowatt, soit 9 ampères sous 110 volts. Les quatre lampes de cet appareil sont disposées devant un réflecteur en cuivre rouge d'une disposition spéciale qui a pour but de renvoyer en avant la presque totalité de la chaleur produite.

La figure 52 montre une cheminée radiateur de même consommation que l'appareil précédent, mais avec un dispositif différent de réflecteur.

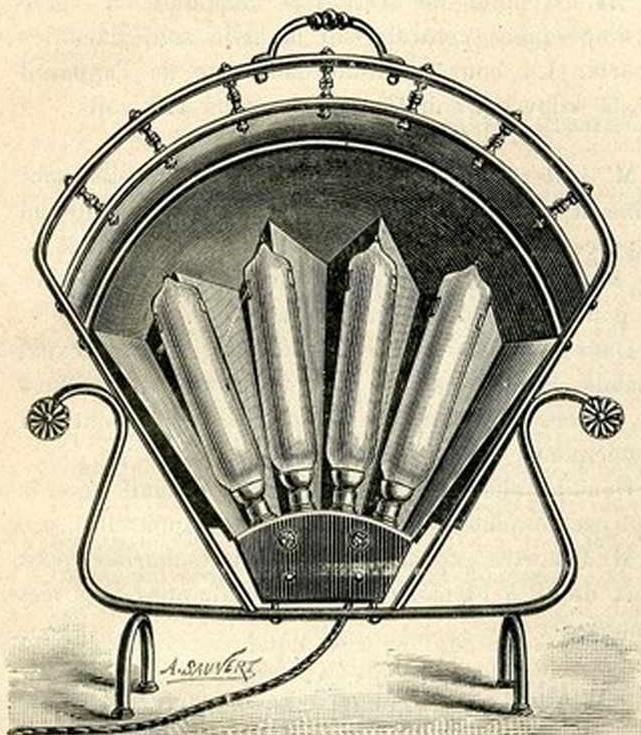


FIG. 51. — Radiateur de salon de la Compagnie de chauffage par l'électricité.

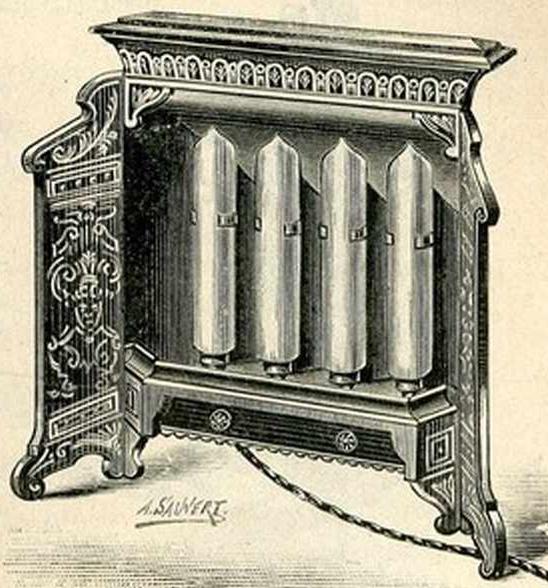


FIG. 52. — Cheminée radiateur de la Compagnie de chauffage par l'électricité.

Dans l'étuve de cuisine (fig. 53), les lampes sont disposées sur les trois côtés latéraux, munis de réflecteurs appropriés et isolés des parois extérieures; une garniture en toile

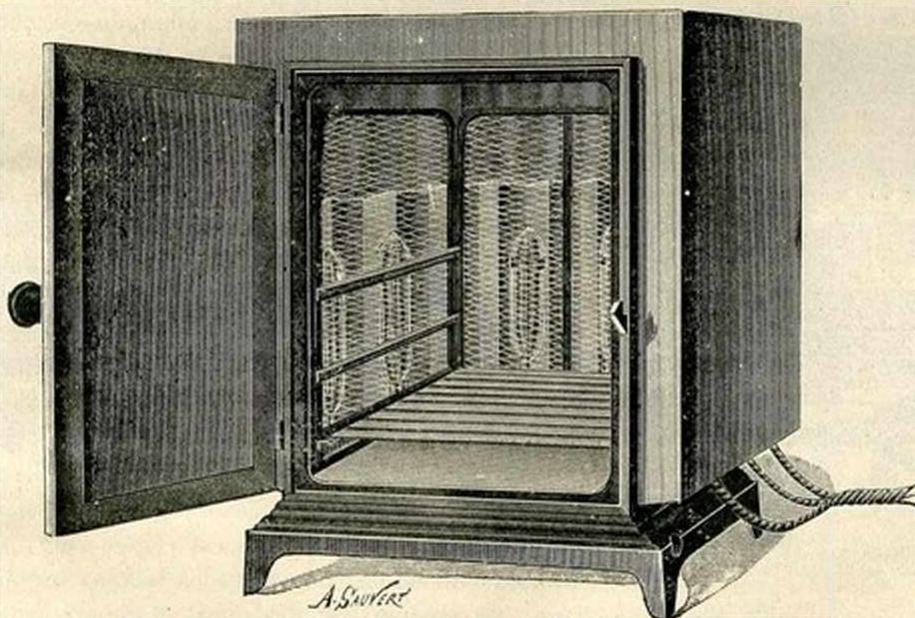


FIG. 53. — Étuve de cuisine de la Compagnie de chauffage par l'électricité.

métallique sert à préserver les lampes contre des chocs accidentels. Trois fours à pâtisserie d'une construction identique ont fonctionné pendant la durée de l'Exposition dans le pavillon de la boulangerie et de la pâtisserie; ils étaient alimentés par des courants triphasés.

La Société des anciens établissements Parvillée frères et C^{ie} exposait aussi des appareils de chauffage montés avec des lampes à incandescence spéciales.

Le brasero représenté par la figure 54 est muni de lampes à ampoules en verre rouge, disposées horizontalement autour d'une pièce centrale sur laquelle sont fixés les supports. La consommation électrique de l'appareil de 1,32 kilowatt, soit 12 ampères sous 110 volts.

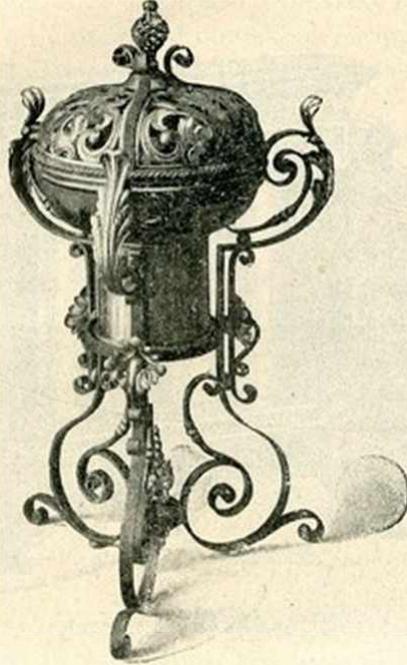


FIG. 54. — Brasero électrique système Parvillée.

disposées dans une sorte de tiroir A placé à la partie inférieure de l'étuve et montées en dérivation; sur l'un des fils qui amènent le courant aux lampes est intercalé un régulateur de température R (fig. 55).



FIG. 55. — Etuve électrique système Adnet.

se détend et provoque par suite un mouvement de relèvement de la vis qui rompt le contact et par suite éteint les lampes jusqu'à ce que l'abaissement de température qui en résulte ait rétabli l'équilibre précédent.

M. Dutertre exposait une série d'appareils pour cuisine et chauffage d'appartements qui se distinguent des précédents en ce que les lampes utilisées sont du type courant servant à l'éclairage, c'est-à-dire qu'elles sont poussées à l'incandescence ordinaire.

Dans les ustensiles de cuisine tels que : fourneaux, réchauds, rôtissoires, les lampes servant au chauffage sont placées sous une plaque qu'elles échauffent par rayonnement.

Dans les chauffe-lits, chaufferettes, chauffe-fers, la lampe est complètement enfermée dans l'appareil.

M. Dutertre exposait aussi un petit calorifère pour locaux de 12 à 14 mètres cubes avec lampes disposées à l'intérieur.

MM. Adnet et fils appliquent le chauffage par lampes à incandescence aux étuves à basse température pour fermentations et cultures. Les lampes employées sont du type ordinaire à ampoules cylindriques; elles sont

Ce régulateur, fondé sur l'allongement que subit une pièce métallique par suite de sa dilatation, est constituée par une bande de laiton roulée en spirale dans sa partie médiane; une des extrémités est fixe, l'autre libre. Cette bande métallique, qui a une forte section, est logée à l'intérieur de l'étuve de façon à se mettre en équilibre de température avec elle; elle est fixée à l'intérieur de l'étuve sur une des parois verticales; l'extrémité mobile, qui porte une vis V servant au réglage du régulateur, traverse cette mince paroi par un orifice convenablement ménagé. L'extrémité de la vis de réglage vient aboutir vis-à-vis d'une pièce métallique isolée et fixée sur l'extérieur de l'étuve.

Le circuit d'alimentation des lampes est fermé quand la vis est en contact avec la pièce métallique isolée. Tant que la température pour laquelle est réglée l'étuve n'a pas été atteinte ou n'est pas dépassée, les lampes servant au chauffage sont en lumière; dès que la température désirée est légèrement dépassée, la bande de réglage en s'allongeant

Le réglage initial s'obtient en avançant plus ou moins la vis de réglage de la pièce métallique isolée jusqu'à obtenir la rupture du contact pour la température que l'on veut atteindre.

Ce régulateur permet de maintenir la température entre des limites très voisines sans avoir pour cela une sensibilité excessive qui donnerait lieu à des oscillations continuelles.

APPAREILS UTILISANT L'ARC ÉLECTRIQUE

Plusieurs constructeurs ont utilisé la chaleur produite par l'arc électrique pour réaliser divers appareils de chauffage.

L'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft de Berlin avait exposé plusieurs appareils à arc, parmi lesquels il convient d'abord de citer un calorifère transportable (fig. 56). Les arcs, montés en série, sont munis de rhéostats disposés de manière à récupérer sous forme de chaleur l'énergie électrique qu'ils consomment. L'enveloppe du calorifère, en tôle perforée, est munie de pieds à roulette et de poignées. Deux regards, garnis de mica, permettent de surveiller le fonctionnement des arcs; une plaque de cuivre polie, éclairée par les arcs, produit un effet lumineux. L'arc est produit entre un charbon et une tige de cuivre placée dans l'enveloppe de la lampe et reliée métalliquement à une plaque de chauffage qui contribue à répartir la chaleur produite. Les charbons employés ont 300 mm de longueur et 13 mm de diamètre. Les arcs sont enfermés dans une enveloppe étanche de façon à se trouver dans une atmosphère très peu oxydante et à réduire ainsi l'usure des charbons et de la tige de cuivre. Pour remplacer les charbons, il suffit d'enlever le couvercle du calorifère et d'abaisser la porte à charnières; le mécanisme intérieur se trouve alors complètement dégagé et il n'y a qu'à placer le charbon par le haut dans la pince à ressorts dont est munie une boîte à friction; on le fait alors descendre jusqu'à ce qu'il pénètre dans le porte-charbon sans le dépasser. La tige de cuivre peut également se remplacer, mais son usure est si minime qu'elle dure jusqu'à six mois en service continu.

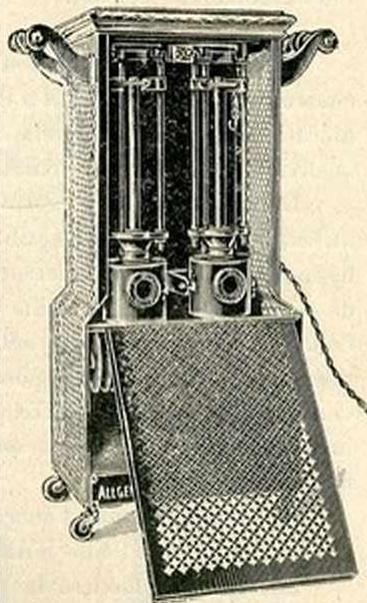


FIG. 56. — Calorifère transportable avec arcs électriques de l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft.

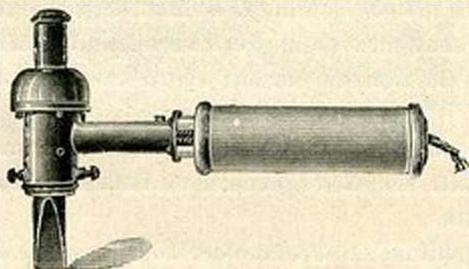


FIG. 57. — Fer à souder à arc de l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft.

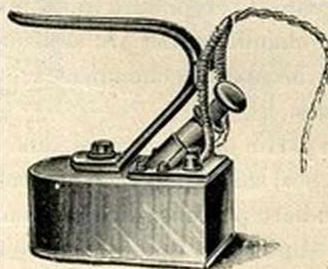


FIG. 58. — Fer à repasser à arc de l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft.

Le modèle ordinaire suffit pour chauffer une pièce de 40 mètres cubes; il comporte deux arcs et consomme 2 kilowatts. Les autres modèles sont établis pour chauffer des locaux jusqu'à 100 mètres cubes et comportent un arc en plus pour chaque 20 mètres cubes.

Les fers à souder avec arc électrique (fig. 57) se construisent pour fonctionner soit avec un courant continu, soit avec du courant alternatif. Leur consommation d'énergie électrique varie suivant les modèles depuis 2,5 jusqu'à 9 ampères sous 100-110 volts. Les fers à courant continu

nécessitent l'emploi d'un rhéostat spécial et ceux à courant alternatif l'emploi d'une bobine de réaction.

Les machines à marquer au feu, chauffées à l'arc électrique, servent à timbrer des marques de fabrique ou de raison de commerce sur des caisses, tonneaux, etc.

Une autre machine à marquer les bouchons comporte l'emploi d'un moteur électrique actionnant le mécanisme et des poinçons gravés chauffés par l'arc. Les bouchons peuvent être marqués soit dans le sens de la longueur, soit aux deux extrémités à la fois. La consommation d'énergie électrique est de 400 watts-heure dans le premier cas et de 600 watts-heure dans le second.

La même Société construit également des fers à repasser de divers modèles chauffés par l'arc électrique (*fig. 58*).

M. Ougrimoff, professeur à l'École Impériale Polytechnique de Moscou, avait exposé un curieux appareil auquel il a donné le nom de *calorifacteur électrique*. C'est une véritable chaudière à vapeur dans laquelle la chaleur nécessaire pour vaporiser l'eau est produite par l'arc électrique qui remplace avantageusement le combustible.

Dans sa simplicité, cette chaudière constitue une invention très remarquable et des plus utiles, car elle est susceptible de recevoir de nombreuses applications, principalement dans les usines hydraulico-électriques dont le nombre augmente chaque jour. Il est, en effet, facile de comprendre qu'une usine de produits chimiques, une sucrerie, une distillerie, etc., utilisant l'énergie électrique pour actionner leurs machines, se trouvent dans l'obligation d'installer des chaudières à vapeur pour les besoins multiples du chauffage. Dans ces conditions, on voit qu'un générateur électrique de vapeur peut rendre de grands services, surtout lorsque le prix de l'énergie électrique est assez bas, ce qui est le cas lorsqu'on est desservi par une usine hydraulico-électrique.

La transformation d'énergie électrique en énergie calorifique dans le calorifacteur Ougrimoff est obtenue à l'aide d'un puissant arc électrique renfermé dans un tube-chauffeur.

La figure 59 montre la vue d'ensemble de l'appareil, muni comme toutes les chaudières d'un niveau d'eau, d'un manomètre, d'un robinet d'alimentation et d'un robinet de vapeur. Cette chaudière peut être de dimensions relativement très réduites, le foyer, les tubes de fumée, etc. étant remplacés par un simple tube.

Comme on le voit sur la figure 60, qui donne une coupe verticale de l'appareil, la chaudière est verticale et de forme cylindrique; elle est munie en son milieu d'un tube de fonte hermétiquement clos et à l'intérieur duquel se produit l'arc électrique entre une électrode de charbon B et du graphite en poudre qui tapisse le fond de la cuvette en fonte C fermant la partie inférieure du tube chauffeur. Cet arc se trouve, par conséquent, en vase clos et l'air ne peut pénétrer dans le tube lorsque la chaudière fonctionne. La production de cet arc exige une tension de 60 à 100 volts.

La partie supérieure du tube est fermée par un solide couvercle A traversé par une longue vis qui sert au réglage de l'arc; naturellement cette vis est soigneusement isolée de la masse de la chaudière par une garniture en matière isolante.

L'emploi du graphite en poudre pour constituer la seconde électrode présente le double avantage de protéger la partie métallique du tube contre la température très élevée produite par l'arc et aussi de servir de résistance de démarrage lorsqu'on met la chaudière en marche. En effet, la résistance que présente cette poudre de graphite au passage du courant, lorsqu'elle est froide, est suffisamment grande pour qu'il ne se produise pas un court-circuit au moment où l'on met l'électrode B en contact avec elle pour amorcer l'arc et sa résistance diminue ensuite graduellement à mesure que sa température s'élève.

La masse de la chaudière est reliée à l'un des conducteurs et le porte-charbon de l'électrode B à l'autre conducteur. Il n'est pas indifférent de relier l'électrode B à l'un ou l'autre conducteur; il est indispensable, pour obtenir un bon fonctionnement, que la masse de la

chaudière soit toujours reliée au conducteur négatif et l'électrode au conducteur positif, et cela pour que la garniture de poudre de graphite reste toujours aussi épaisse afin de protéger efficacement la paroi métallique et de présenter toujours une résistance suffisante au moment de la mise en marche. En effet, par suite du fonctionnement de l'arc, il se dépose constamment dans la cuvette C du charbon graphitique pulvérulent provenant du charbon B. Avec un arc de 60 ampères sous 60 à 80 volts, la quantité de poudre de graphite déposée est d'environ 2 gr par heure, quantité largement suffisante pour compenser les pertes dues à la combustion dans l'arc du graphite constituant le pôle négatif.

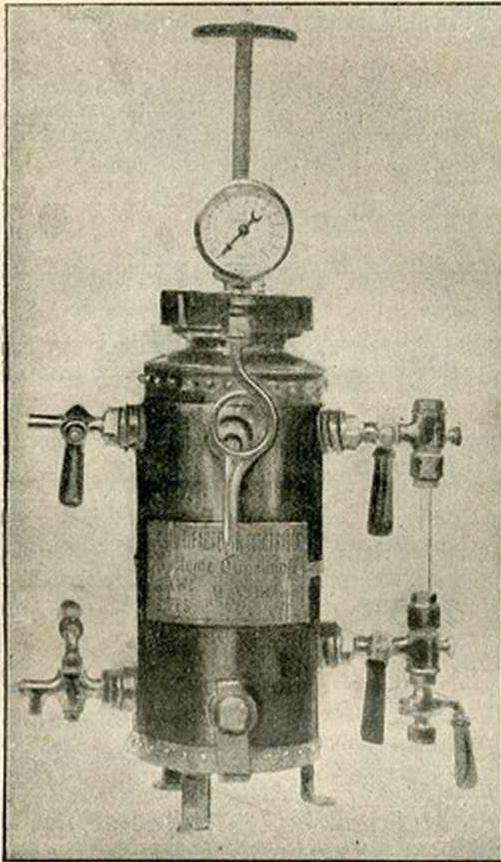


FIG. 59. — Chaudière électrique Ougrimoff.

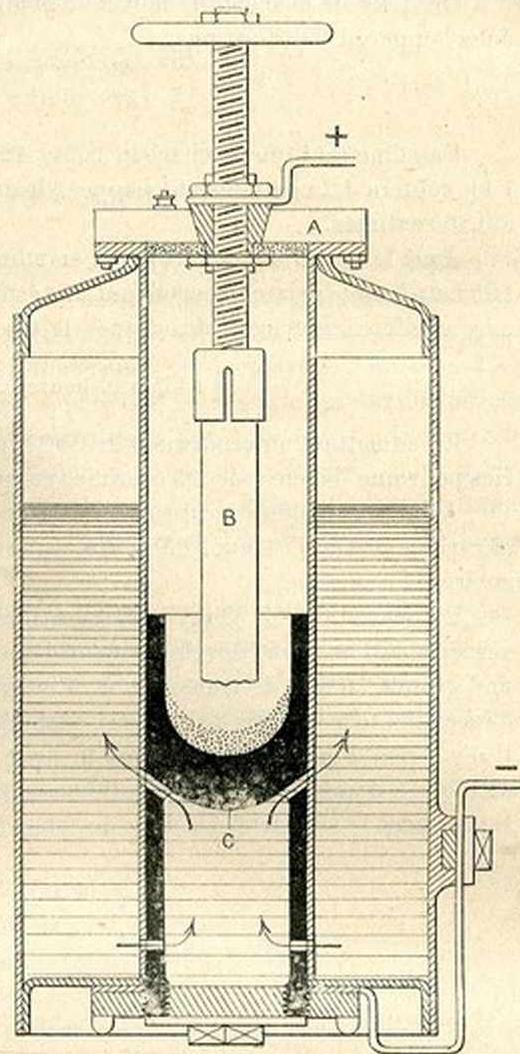


FIG. 60. — Coupe de la chaudière électrique Ougrimoff.

Le réglage de l'arc pendant le fonctionnement de l'appareil ne nécessite pas une grande précision; il peut être effectué à la main ou à l'aide d'un dispositif automatique.

Au moment de la mise en marche, les gaz contenus dans le tube chauffeur se dilatent et leur dégagement dans l'atmosphère s'effectue par une petite soupape placée dans le couvercle en matière isolante et disposée de manière à éviter toute rentrée d'air dans l'appareil.

La chaudière qui figurait à l'Exposition a 40 cm de hauteur, 18 cm de diamètre et consomme de 6 à 10 kilowatts par heure (100 ampères sous 60 à 100 volts). Elle fournit de la vapeur à la pression de 7 kg : cm².

Le rendement de cette chaudière atteint 98 0/0.

Un exemple permettra de mieux saisir les avantages que présente une chaudière électrique

sur une chaudière ordinaire. Considérons un appareil dans lequel il s'agit de porter un liquide à l'ébullition, cet appareil se trouvant dans une partie de l'usine située assez loin des chaudières à vapeur ordinaires assurant le service du chauffage. On peut évaluer le rendement de l'appareil à 0,60, celui de la chaudière à vapeur à 0,65 et enfin celui de la conduite de vapeur à 0,92; dans ces conditions, le rendement total en énergie calorifique au point d'utilisation sera :

$$0,60 \cdot 0,65 \cdot 0,92 = 0,35$$

Or, 1 kg de charbon de moyenne qualité brûlé dans le foyer de la chaudière produit alors dans l'appareil d'utilisation :

$$4\ 500 \text{ calories} \times 0,35 = 1\ 575 \text{ calories}$$

En admettant que le charbon coûte 42 francs la tonne y compris le salaire des chauffeurs, 1 kg coûtera 4,2 centimes et chaque calorie consommée dans l'appareil d'utilisation reviendra à 0,26 centimes.

Avec la chaudière électrique et en admettant que l'énergie électrique coûte 1,5 centime le kilowatt-heure (prix correspondant au tarif des usines du Niagara et qu'il est possible d'obtenir avec une force motrice hydraulique), le prix de revient de la calorie est facile à calculer :

$$1 \text{ kilowatt-heure} = 0,24 \times 3\ 600 = 864 \text{ calories}$$

En admettant un rendement de 98 0/0 pour la chaudière électrique, on disposera de 850 calories pour une dépense de 1,3 centime, ce qui met le prix de la calorie à 0,17 centimes.

Avec la chaudière à vapeur, le prix de la calorie atteint 0,26 centimes et avec la chaudière électrique, 0,17, d'où une différence, en faveur de cette dernière, de 0,09 centimes, soit 33 0/0 environ d'économie.

L'appareil de M. Ougrimoff constitue une nouvelle application du chauffage électrique susceptible d'un grand développement. Plus de foyers, plus de cheminées, moins d'encombrement, une grande facilité de transport et d'installation, suppression presque complète des dangers d'incendie, tels sont les principaux avantages que la chaudière électrique permettra de réaliser. Il n'y a rien d'impossible à ce que le petit appareil que l'on a vu à l'Exposition ne soit le point de départ d'une série de perfectionnements qui permettront de produire économiquement et rapidement la vapeur d'eau dans des chaudières de grande puissance.

FOURS ÉLECTROTHERMIQUES

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES FOURS ÉLECTROTHERMIQUES

La transformation de l'énergie électrique en énergie calorifique peut se faire de différentes manières : elle peut avoir pour but, soit de remplacer les modes de chauffage existant, en raison des commodités que présente l'emploi de l'électricité, malgré son coût élevé ; soit de produire de très hautes températures. On a pu créer ainsi toute une chimie nouvelle aussi bien dans l'ordre de la science que dans celui de l'industrie. Les appareils destinés à la production de ces températures élevées portent le nom de fours électrothermiques par opposition à la seconde classe de fours électriques, les fours électrolytiques. Tandis que les seconds, dont nous parlerons à propos de l'électrolyse par fusion ignée, ont pour but principal l'action électrolytique, l'action calorifique n'étant que secondaire, les premiers utilisent uniquement l'action thermique du courant.

Les fours électrolytiques ne peuvent utiliser que le courant continu, les fours électrothermiques peuvent employer indifféremment soit le courant continu, soit le courant alternatif simple ou les courants polyphasés, ces derniers étant plus spécialement utilisés pour les transports électriques d'énergie. On peut employer alors soit directement des fours polyphasés, soit deux ou trois fours indépendants, à raison de un par phase.

On a donné un certain nombre de classifications des fours électrothermiques ; la plus rationnelle est la suivante :

- 1° Fours à arc ;
- 2° Fours à résistance produite par le mélange à traiter ;
- 3° Fours à résistance indépendante (àme en charbon, par exemple).

Cependant cette classification n'est pas absolue ; il n'y a guère que les fours dans lesquels les électrodes ne sont pas en contact avec la matière à traiter qui soient, à proprement parler, des fours à arc ; pour ce qui est des fours industriels classés sous ce nom, la désignation n'est pas rigoureuse, la matière à traiter en contact avec les électrodes pouvant empêcher l'arc de se former régulièrement. D'ailleurs, dans les fours à arc proprement dits, on remarque, dès qu'ils sont en fonctionnement depuis un certain temps, que les vapeurs métalliques produites sous l'influence de la haute température diminuent la résistance de l'air, de sorte que l'arc s'allonge peu à peu. On peut alors admettre, jusqu'à une certaine limite, qu'ils rentrent dans la même catégorie que les fours du troisième genre.

D'une façon générale, lorsque l'on transforme de l'énergie électrique en énergie calorifique pour un chauffage quelconque, la température obtenue dépend de la résistance du système et de la densité de courant. Plus la chute de potentiel est rapide, plus la densité du courant est considérable et plus la température est élevée. La limite de cette température correspond à la formation de l'arc. Pour les essais à très haute température, on devra chercher à absorber une puissance considérable dans un espace aussi restreint que possible, en évitant toute perte par conductibilité, c'est-à-dire en formant la chambre de chauffe au sein d'un corps mauvais con-

Fours Moissan. — En 1892, M. Moissan, ayant eu besoin pour ses recherches relatives aux différentes variétés de carbone, de soumettre des métaux à une température supérieure à 2000°, pensa utiliser la chaleur fournie par l'arc électrique. Un certain nombre d'essais avaient été faits avant lui et notamment par Deprez, Siemens, Cowles, Grabau, Acheson, etc.

L'idée première qui dirigea M. Moissan resta constante depuis et, dans tous les appareils qu'il utilisa, seules des dispositions de détails furent apportées. Cette idée était de soustraire les matières traitées ou à traiter à l'action de l'arc et des électrodes et de séparer ainsi d'une façon probante l'action thermique du courant de l'action électrolytique, ce qui n'avait pas été fait jusque-là.

Tous les fours employés par M. Moissan depuis le début ne diffèrent guère entre eux que par les dimensions appropriées à la puissance absorbée.

Four en chaux vive. — Le premier four employé par M. Moissan (*fig. 62*), et dont un spécimen figurait à l'Exposition centennale d'électricité, était en chaux vive. Ce modèle comporte

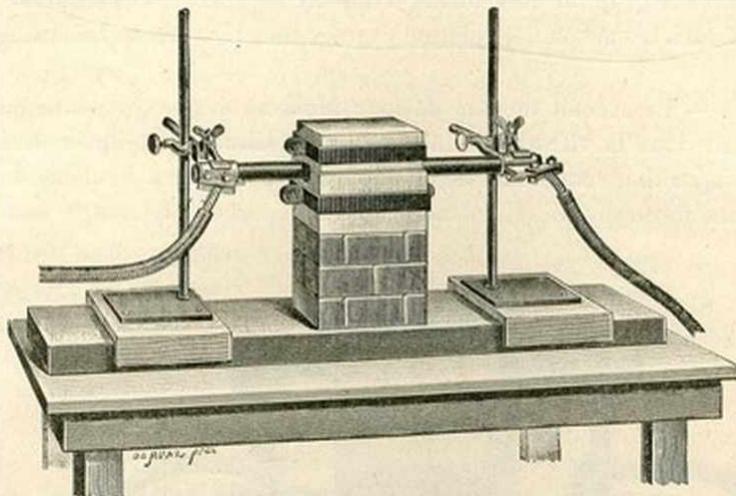


FIG. 62. — Modèle primitif du four Moissan.

deux briques de chaux bien dressées et appliquées l'une sur l'autre. La brique inférieure porte une rainure longitudinale qui reçoit les deux électrodes et au milieu se trouve un petit logement servant de creuset. Cette cavité peut être plus ou moins profonde et contient le produit sur lequel doit porter l'action de l'arc, en une couche de plusieurs centimètres d'épaisseur. On peut également mettre ce produit dans un creuset en charbon.

La brique supérieure est légèrement creusée dans la partie qui se trouve au-dessus de l'arc. Comme l'action calorifique ne tarde pas à fondre la surface de la chaux et à lui donner par cela même un beau poli, on obtient dans ces conditions un dôme qui réfléchit toute la chaleur sur la petite cavité qui contient le creuset. Les électrodes peuvent être rendues facilement mobiles au moyen de deux supports que l'on déplace ou mieux de deux glissières qui se meuvent sur un madrier.

Cet appareil est donc un four à reverbère à électrodes mobiles. Cette mobilité des électrodes donne une grande facilité pour établir l'arc, l'allonger ou le raccourcir à volonté.

Les dimensions de l'appareil sont les suivantes : la brique inférieure en chaux vive a 16 cm de longueur, 15 cm de largeur et 8 cm de haut; le couvercle a la même surface et une épaisseur de 5 cm. Les électrodes ont 20 cm de longueur et 12 mm de diamètre. Ce four peut fonctionner avec 35 à 40 ampères sous 55 volts.

La chaux employée dans la construction de ces fours est celle recommandée jadis par Deville et Debray pour la fusion du platine; elle est légèrement hydraulique et appartient au « banc vert » du bassin parisien. Elle se taille et se tourne avec facilité. La conductibilité de la