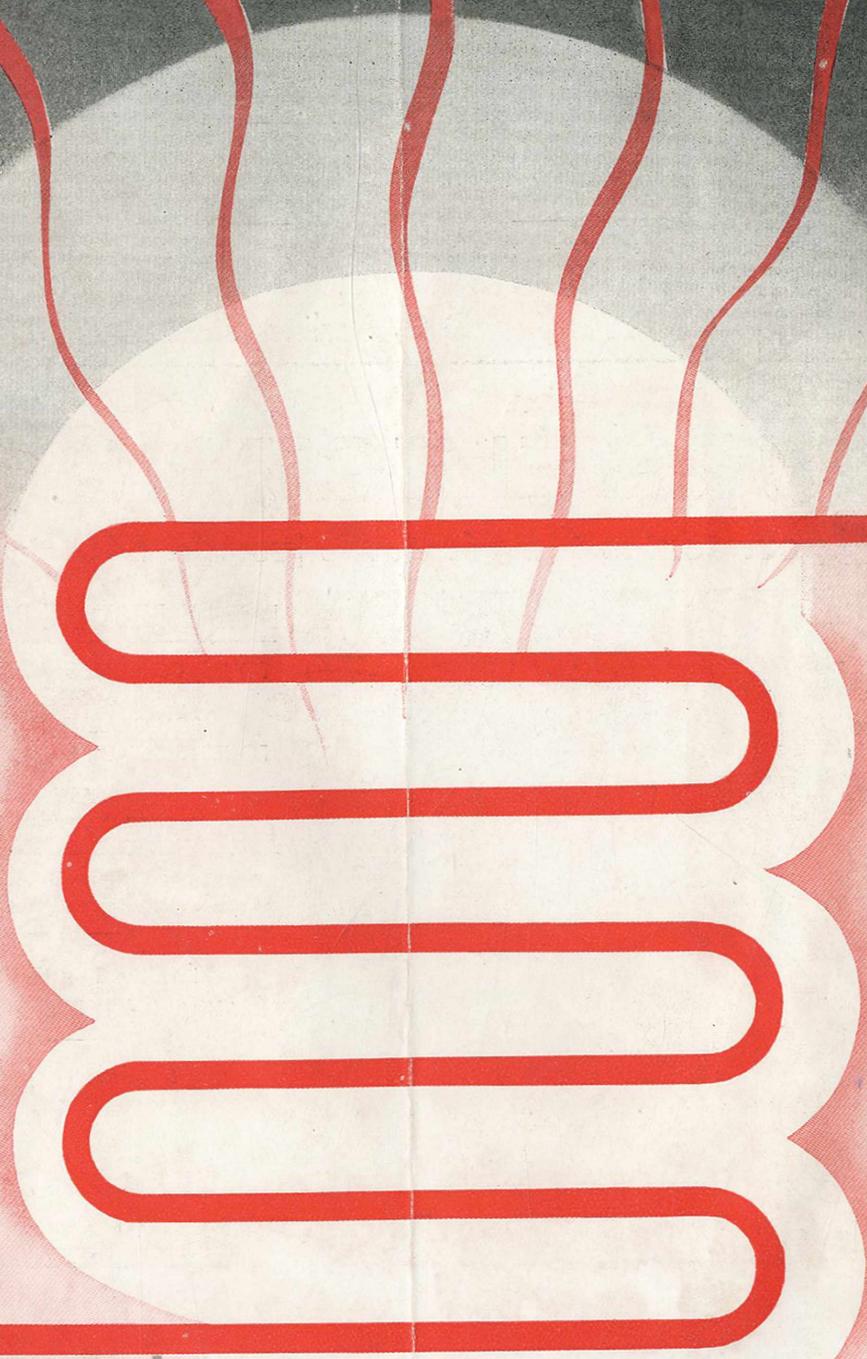


# REVUE DU CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE



R.L.D

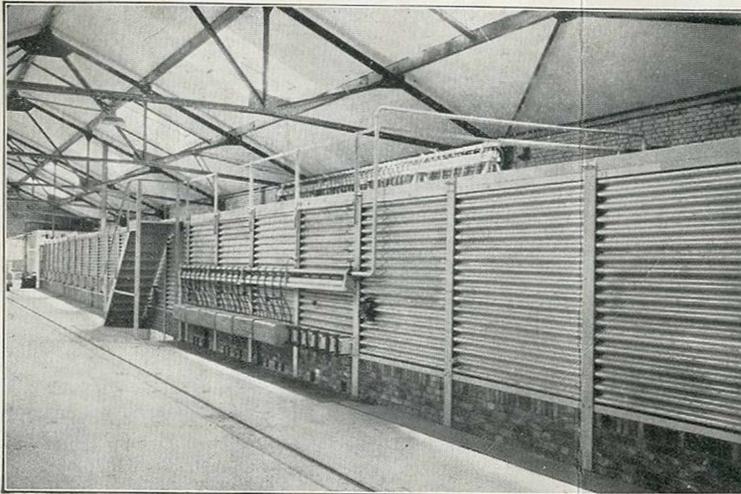
Editeur : Publications Minières et  
Métallurgiques, 86, rue Cardinet,  
Paris (17<sup>e</sup>). Téléphone Wag. 46-69.

AVRIL  
1935



# FOURS TUNNELS

chauffés à l'électricité,  
au Gaz, à l'Huile.



Modernisation, Transformation d'Usines complètes  
Plans, Devis, Construction



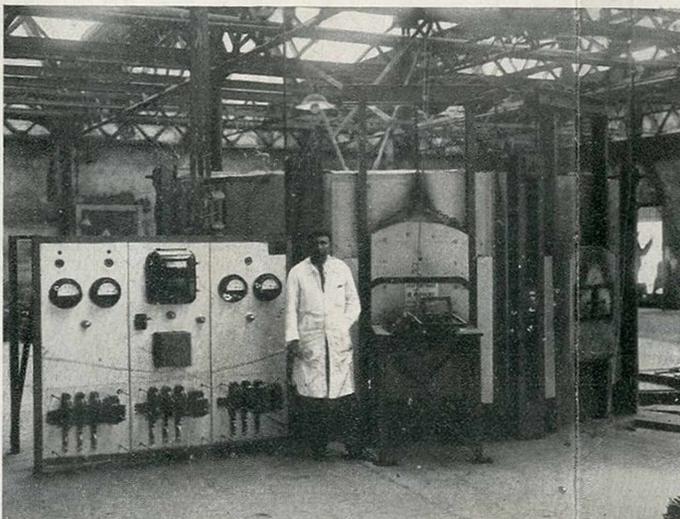
## GAZOGÈNES

FOURS : Circulaires,  
à Mouffle,  
Ronds,  
Zig-Zag,  
à Chambres.

**KERAMISCHE INDUSTRIE-BEDARFS-A.-G.**  
BERLIN-CHARLOTTENBURG 2, Berliner str. 23. TÉLÉGRAMMES : KERABEDARF

# FOURS ÉLECTRIQUES

pour toutes températures jusqu'à 1.400° C



Four électrique circulaire à sole tournante pour le chauffage avant cintrage  
et trempe des fourches de divers types

## FOURS HORIZONTAUX ET VERTICAUX

FOURS CONTINUS AUTOMATIQUES  
FOURS A SOLE MOBILE  
FOURS A VENTILATION  
FOURS SPÉCIAUX - ÉTUVES - ETC.

pour

## TOUS TRAITEMENTS THERMIQUES :

Trempe, Recuit, Revenu, Cémentation,  
Cyanuration, Nitruration, Galvanisation

ÉMAILLAGE - VERRERIE  
CÉRAMIQUE - INDUSTRIE CHIMIQUE

NOMBREUSES RÉFÉRENCES

**Maurice RIPOCHE, Ingénieur-Constructeur**

Téléph. : Gobelins } 30-68 3 et 5, rue Ferrus, PARIS Téléph. : Gobelins } 30-68  
47-59 47-59



SOMMAIRES DE LA REVUE DU CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE :

N° de Mars 1935

*Le chauffage électrique des ateliers.*

PREMIÈRE PARTIE : APPLICATIONS INDUSTRIELLES

*Le four électrique en Boulangerie.  
Les grandes installations de fours tunnels électriques dans l'industrie céramique.  
Liste des Hôpitaux, Sanatorias, Hospices chauffés électriquement.  
Du côté des producteurs d'énergie.  
Analyses des Revues techniques françaises et étrangères.*

DEUXIÈME PARTIE : APPLICATIONS DOMESTIQUES

*Défauts de conception des cuisinières électriques.  
Dispositifs de sécurité contre l'échauffement anormal des chauffe-eau sous pression.  
Pour choisir un fer à repasser électrique.  
Les frais d'installation des cuisinières électriques.  
La buanderie électrique.  
Observation sur les chauffe-eau électriques.  
Analyses des Revues techniques françaises et étrangères*

N° d'Avril 1935

*La saturation actuelle des affaires en électricité.*

PREMIÈRE PARTIE : APPLICATIONS INDUSTRIELLES

*Nécrologie.  
La réglementation de l'énergie électrique en France.  
Les applications thermiques industrielles de l'électricité et les tarifs de vente de l'énergie.  
Cuves d'étamage chauffées électriquement.  
Analyses des revues techniques françaises et étrangères.  
1<sup>re</sup> Exposition du Chauffage Electrique Industriel.  
Four électrique de trempe à sole tournante à l'usine de Pierre-Blanche.  
Le traitement thermique de l'acier rapide.*

DEUXIÈME PARTIE : APPLICATIONS DOMESTIQUES

*Les appareils domestiques de chauffage électrique en Belgique.  
Plaques chauffantes en bronze d'aluminium.  
La Maison de Demain.*

**ABONNEMENTS** : 12 numéros par an : France 35 fr. » ; Etranger 40 francs  
Prix du numéro ordinaire : — 3 fr. 50 ; — 4 francs  
Règlement par virement aux Chèques Postaux : Publications Minières, Paris 266.53

Bureaux & Ateliers  
177, Av. de Clamart  
VANVES (Seine)  
Tél. Michelet : 33-48

# FOURS HUNI

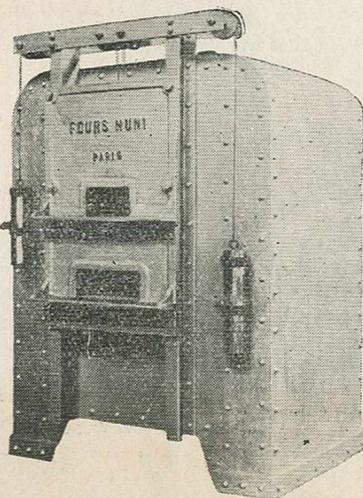
pour toutes industries

FONCTIONNANT

**A L'ELECTRICITÉ**  
**AUX HUILES LOURDES**  
**AU COKE**  
**AU GAZ**

*Fours spéciaux pour le traitement rationnel*  
**DES ACIERS FONDUS**  
**DES ACIERS RAPIDES**

**BRULEURS TRANSPORTABLES**  
aux huiles lourdes - au pétrole



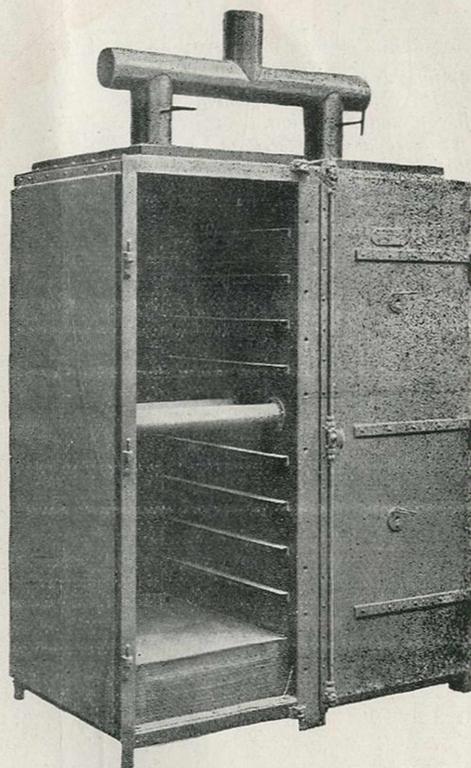
Four électrique pour traitement de pointes d'outils en acier rapide

# CHAUFFAGE ELECTRIQUE INDUSTRIEL

ETUVES  
FOURS  
CHAUDIERES  
RECHAUFFEURS  
D'AIR &  
D'HUILE  
CUVES  
DE FUSION  
TABLES  
CHAUFFANTES  
etc...etc....

RADIATEURS  
DOMESTIQUES  
& INDUSTRIELS

ELEMENTS  
CHAUFFANTS  
&  
RESISTANCES  
POUR  
TOUTES  
APPLICATIONS



Etuve électrique double pour la cuisson des vernis, munie d'autorégulateur de température et réalisant une parfaite isothermie

C<sup>E</sup> GÉNÉRALE  
DE TRAVAUX  
D'ÉCLAIRAGE  
ET DE FORCE  
ANCIENS ÉTABLISSEMENTS  
**CLÉMANÇON**

23 - RUE LAMARTINE - PARIS  
Téléph. Trudaine 86.40 (3 Lignes)  
Adr. Tel. GIORMO - PARIS



# REVUE DU CHAUFFAGE ELECTRIQUE

RÉDACTION et ADMINISTRATION : 86, Rue Cardinet, PARIS (17<sup>e</sup>)

Editeur : Publications Minières et Métallurgiques, S.A.R.L., Cap. 100.000 frs

Téléph. : WAGRAM 46-69

Reg. Com. : PARIS 226.387 B

R.L.D

PÉRIODIQUE MENSUEL DES APPLICATIONS INDUSTRIELLES ET DOMESTIQUES DU CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE

publié par MM. R. PITAVAL, Ingénieur civil des Mines et R. SEVIN, Ingénieur des Arts et Manufactures, avec la collaboration d'un Comité Technique comprenant : des consommateurs d'énergie, des Industriels, des constructeurs d'appareils de chauffage et de fours électriques et des représentants des producteurs et distributeurs d'énergie électrique

## La Saturation actuelle des Affaires en Electricité

M. Pierre Durand, président de la société l'Energie Industrielle, a fait un remarquable exposé de la situation actuelle des affaires d'électricité, à l'issue de l'assemblée générale du 22 mars dernier.

Il divise ces affaires en trois branches : production, transport et distribution. En ce qui concerne la production d'énergie hydro-électrique, « il est certain que les capitaux que l'on y engage, malgré la baisse de la main-d'œuvre et des matières premières, ne sont pas susceptibles d'une rémunération suffisante. La plupart des affaires qu'on a voulu créer depuis quelques années se sont arrêtées, lorsque même elles n'ont pas été déclarées en faillite. » Ceci prouve qu'on a surestimé la valeur du courant électrique actuel; c'est la preuve que le courant électrique à la production est trop bas.

Même constatation pour les sociétés de transport de courant qui ne donnent pas de dividendes ou donnent des dividendes de la plus grande modestie.

Reste les sociétés de distribution que M. Durand divise en trois catégories, concernant les grandes villes, les agglomérations moyennes et les campagnes.

1<sup>o</sup> En ce qui concerne les *campagnes*, elles ont eu beaucoup de peine à faire leur électrification.

Si l'Etat n'était pas intervenu avec des subventions considérables, jamais on n'aurait pu remplir cet office, ni créer ces lignes qui vont maintenant porter le courant dans des fermes lointaines, dans des agglomérations extrêmement faibles, avec de grandes dépenses. Par conséquent le premier établissement est extrêmement difficile à mettre sur pied et le revenu qu'on peut en escompter est tout à fait insuffisant.

L'Energie Industrielle contrôle de nombreuses affaires de distribution de courant dans les campagnes. Or il a été fait une étude sur le prix de revient du courant vendu dans les campagnes et le résultat en a été lamentable. Alors que le prix de revient moyen de ce courant à la sortie de l'usine ressort certainement à trois francs le kilowatt-heure, le prix de vente moyen est inférieur à ce prix de revient. Par conséquent, à moins d'une injustice flagrante, on ne peut guère demander à ceux qui assurent le service du courant électrique dans les campagnes d'abaisser le prix de ce courant. Ce n'est que grâce à l'octroi de subventions qu'on pourrait réduire ce prix.

2<sup>o</sup> Si nous passons à la distribution du courant dans les *villes de moyenne importance*, les affaires de distribution dans des bourgades de 3.000, 4.000, 5.000, 6.000 habitants, sont en principe viables, mais néanmoins elles ne sont pas toutes rémunératrices. La preuve, c'est que vous voyez peu à peu le nombre des sociétés de distribution électrique diminuer. Il y en avait peut-être deux ou trois mille il y a trois ou quatre ans; j'estime que ce chiffre diminue de plusieurs centaines

d'unités par an et que finalement nous n'aurons plus qu'un nombre restreint de sociétés de distribution d'électricité, tout comme vous ne voyez qu'un nombre restreint de compagnies de chemins de fer ou d'affaires desservant de grands services d'intérêt général. J'ajoute que les conditions où les ventes de ces affaires sont faites prouvent que ceux qui les possèdent ne font pas de bénéfices considérables, puisque ceux qui achètent ne sont pas disposés à payer au delà d'une valeur normale.

3° Il ne reste plus maintenant que les *grandes villes*. Les grandes villes sont celles dans lesquelles on a installé en premier lieu l'électricité; c'étaient elles qui devaient donner les meilleurs résultats, c'étaient elles qui devaient donner les plus grosses recettes. Cela est exact, parce que les grandes villes ont eu l'avantage de disposer tout à fait les premières des bienfaits de l'électricité et d'avoir à faire face à une consommation considérable par kilomètre de ligne, par kilomètre de câble, ce qui a permis de diminuer les frais généraux et par conséquent d'avoir des bé-

néfices relativement plus considérables par rapport au capital engagé.

Mais ce capital n'est pas celui qui figure au bilan, il doit s'augmenter de toutes les réserves des vieilles sociétés qui leur ont permis d'édifier leurs usines.

« Par conséquent, pour être juste, il faut tenir compte des économies réalisées dans ces sociétés, mettre d'une part le capital économisé qui appartenait aux actionnaires et qui a droit à sa rémunération, et d'autre le capital véritable, ou plutôt le capital faux correspondant aux chiffres portés sur les bilans.

« Je ne dis pas cependant qu'il ne peut y avoir quelque chose à faire en ce qui concerne la réduction des prix de l'électricité; il est possible que les villes qui pratiquent les prix les plus élevés puissent peut-être réduire légèrement sous une forme ou sous une autre le prix auquel elles vendent leur courant, mais je le répète, il ne faut pas prendre le problème dans son ensemble; il serait tout à fait faux de rechercher des résultats du genre de ceux que les auteurs de certaines campagnes voudraient obtenir. »

## NECROLOGIE

E.-F. RUSS

Nous avons appris avec regret le décès récent de cet éminent ingénieur allemand, après une courte maladie. Depuis la fin de la guerre E.-F. Russ s'était entièrement consacré aux applications industrielles du chauffage électrique, principalement dans la métallurgie, la fonderie, la construction et la céramique. Près de 50 brevets ont été pris en Allemagne et plus de 40 à l'étranger, trois ouvrages ont été publiés en allemand : « Les fours électriques pour le traitement des métaux », « Les fours électriques à arc », « L'utilisation de la chaleur produite par l'électricité ». Malgré l'amputation d'une jambe subie il y a déjà quelque temps, E.-F. Russ conservait la même activité infatigable, sans cesse en voyages par toute l'Europe. La puissance totale des fours à arc, à induction et à résistances du type Russ, installés dans le monde entier dépassait à sa mort 50.000 kw.

Nous avons été pendant plusieurs années en rapports étroits avec E.-F. Russ et ses collaborateurs et avons pu apprécier un certain nombre d'installations industrielles réalisées en France. C'est une perte sensible pour l'industrie électrothermique.

**Il est des cas dans l'industrie où une question de chauffage ne peut être résolue que par l'électricité; dans beaucoup d'autres, c'est la solution qui offre le maximum de sécurité.**

## LA REGLEMENTATION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE EN FRANCE

M. Adrien Darjac, député, demande à M. le Ministre des Travaux publics de lui faire connaître s'il envisage de déposer prochainement, conformément à la résolution adoptée par la Chambre des députés, le 17 novembre 1934, un projet de loi comportant un plan général de la production, du transport, de la distribution et de la vente de l'énergie électrique en France.

**Réponse.** — La question qui a fait l'objet de la résolution ci-dessus visée est actuellement examinée par la commission spéciale instituée par l'article 18 de la loi de finances du 28 février 1934, pour étudier une organisation nouvelle de la production, du transport, de la distribution et de la consommation de l'énergie électrique. Cette commission, présidée par M. le sénateur Léon Perrier, a jugé nécessaire, pour l'étude du problème complexe qui lui était soumis, de répartir les travaux entre trois sous-commissions, dont chacune a entrepris une enquête très approfondie, d'une part sur les moyens de production et les possibilités de la consommation, d'autre part sur les prix de vente de distribution aux services publics enfin sur les prix effectifs de vente de l'énergie en basse tension ainsi que sur le montant des surtaxes perçues au profit des autorités concédantes. Il importe donc d'attendre l'aboutissement des travaux de ladite commission avant d'envisager, s'il y a lieu, le dépôt de projets de lois.

## 1<sup>re</sup> PARTIE : APPLICATIONS INDUSTRIELLES DU CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE

### Les Applications thermiques industrielles de l'Electricité et les tarifs de vente de l'énergie

Par M. MIEG,  
Ingénieur en Chef des Forces Motrices du Haut-Rhin.

Le prix de revient de l'énergie électrique est l'un des éléments essentiels qui entrent en ligne de compte pour l'exploitation des fours électriques et c'est pourquoi nous nous sommes proposés d'examiner la question des tarifs de vente de l'énergie électrique pour les applications thermiques industrielles.

Il est courant d'entendre dire qu'une certaine application ne peut être envisagée que si le prix du kWh est inférieur à tel chiffre, qu'une autre application peut s'accomoder de tel autre chiffre plus élevé, etc.

Cette manière de raisonner n'est que très approximative et superficielle et ne permet pas de juger sainement de l'économie de tel ou tel procédé.

Il en est de même de la manière qui consiste à comparer simplement le prix de l'énergie électrique consommée à celui du combustible nécessaire à la même application.

En définitive ce qu'il faut considérer c'est le prix de revient total de l'application envisagée. Il faut même lui comparer un certain nombre d'avantages non chiffrables du chauffage électrique, tels que qualité, propreté, commodité, encombrement réduit, simplicité de manœuvre, constance des résultats obtenus, etc.

Parmi les facteurs chiffrables dont il faut tenir compte pour l'établissement du prix de revient, nous citerons le rendement élevé des appareils électriques, l'économie de main-d'œuvre, la suppression des immobilisations dues aux stocks de combustible, la réduction de l'emplacement nécessaire; en outre dans le cas de fusions de métaux la plus grande durée des creusets, les pertes au feu réduites, la meilleure qualité et la plus grande valeur des produits obtenus, l'économie à faire sur les matières premières à employer; dans le cas des traitements thermiques, la précision du traitement, qui conduit d'une manière sûre au résultat cherché en réduisant considérablement les rebuts tout en permettant d'utiliser du personnel non spécialisé.

Il faut tenir compte aussi des conditions locales

qui font que telle fabrication qui n'est possible qu'à un certain prix de kWh en un endroit donné, admet un prix plus élevé en un autre endroit où le coût de la main-d'œuvre, des matières premières ou du transport des produits finis est différent.

C'est ce qui explique par exemple que certaines aciéries électriques puissent travailler avec des prix de kWh deux fois plus élevés que d'autres aciéries.

Le prix du kWh joue de manière fort différente selon les cas, pour certaines applications il est prépondérant, pour d'autres il ne représente qu'un faible pourcentage de la valeur du produit traité et dans ces cas l'énergie consommée pourrait être parfois même payée au tarif le plus élevé. Tel serait le cas par exemple de la trempe de certains aciers spéciaux d'un prix fort élevé.

Tenant compte de ces divers éléments, l'usager devra se préoccuper des conditions dans lesquelles l'énergie électrique pourra lui être fournie.

Beaucoup de distributeurs d'énergie ont compris l'intérêt d'établir des tarifs permettant aux usagers des fours de disposer d'énergie à prix réduit à certaines heures, ou dans certaines conditions de consommation, et il faut souhaiter que tous les distributeurs entrent dans cette voie.

Mais il faut par contre que les consommateurs d'énergie comprennent à leur tour que pour bénéficier de ces avantages, il leur est nécessaire d'adapter leur manière de fabriquer et leurs heures de travail aux conditions dans lesquelles le secteur peut leur fournir de l'énergie à bon marché. En effet, même s'il était possible aux distributeurs d'énergie de vendre le courant à bas prix sans restriction d'horaire, et quoique l'on ait déjà envisagé de faire supporter aux consommateurs d'énergie pour applications thermiques une moindre part des frais généraux de la distribution qu'aux autres consommateurs, il est encore difficile de justifier cette différence vis-à-vis des consommateurs d'énergie ordinaires qui se trouveraient exactement dans les mêmes conditions de consommation, et de toute façon il ne serait pas possible de leur accorder des prix aussi avantageux que ceux qui sont consentis pour la consommation d'énergie soumise à certaines restrictions.

**Les possibilités de travailler  
avec un prix de kWh réduit.**

Les conditions d'exploitation de chaque secteur varient selon le régime des sources d'énergie dont il dispose (centrales thermiques ou hydrauliques) et selon le diagramme des charges qui dépend de la clientèle qu'il dessert. Il en résulte que les heures creuses pendant lesquelles l'énergie peut être cédée à meilleur prix peuvent différer pour chaque secteur et que les conditions ne seront en général pas uniformes. Nous allons examiner les principales possibilités que l'on peut rencontrer permettant de travailler avec un prix de kWh réduit.

**1° COURANT DE NUIT.**

Cette combinaison par laquelle l'abonné bénéficie d'un prix de kWh réduit pour sa consommation pendant les heures de nuit, à condition de garantir le paiement d'un certain minimum annuel, est la plus répandue.

Elle permet généralement d'arriver au prix de kWh le plus bas et s'applique particulièrement bien aux fours à recuire.

Voici quelques cas d'application :

*Recuit de boulonnerie,  
recuit de douilles en laiton, etc.*

La marchandise à recuire est placée généralement dans un creuset qui lui-même est porté à l'intérieur du four. Un interrupteur horaire enclenche le four le soir à l'heure fixée; lorsque la température de recuit est atteinte, un relais pyrométrique règle le chauffage de manière à maintenir cette température pendant un certain temps à la valeur choisie pour assurer le recuit uniforme de toute la masse. Au bout du temps fixé le courant est coupé.

Parfois le temps de mise à disposition du courant de nuit suffit pour deux cuissons.

*Cuisson d'émaux sur verre.*

Pour ce genre d'opérations le chauffage ne doit pas se produire trop brutalement, mais c'est surtout le refroidissement qui doit être conduit avec beaucoup de précautions.

On utilise généralement des fours à double parois qui permettent d'admettre entre ces parois la quantité d'air frais nécessaire pour régler le refroidissement à l'allure voulue.

La marchandise à cuire est empilée dans le four selon une disposition telle que la répartition de la chaleur soit la meilleure possible. Le courant est enclenché à l'heure fixée par un régulateur horaire qui règle en même temps la variation de température selon une loi déterminée à l'avance. Lorsque la température maximum est

atteinte, le régulateur réduit d'abord le chauffage afin d'assurer un refroidissement très lent. Puis, pendant la journée suivante, aux heures de tarif de jour, le courant est complètement coupé et la circulation d'air entre les doubles parois est réglée de façon à obtenir un refroidissement suffisant jusque vers 16 ou 17 heures. A ce moment la marchandise est retirée du four et remplacée par une nouvelle charge qui sera cuite pendant la nuit suivante.

**2° COURANT DE NUIT ET COURANT DE JOUR.**

Dans ce cas l'abonné bénéficie d'un tarif de nuit mais ne peut conduire ses opérations entièrement la nuit. Il devra alors s'efforcer de consommer le plus de courant possible pendant la nuit et de réduire la consommation de jour au strict nécessaire.

A titre d'exemple nous citerons le cas, que l'on trouve fréquemment en pratique, de fours de trempe ou de recuit que l'on utilise surtout pendant les heures de jour. Cependant il est souvent possible d'enclore ces fours déjà à 5 heures et de bénéficier ainsi du tarif de nuit jusqu'à 6 heures, au moment où le four absorbe la puissance la plus forte pour atteindre sa température de régime. Il suffit ensuite de fournir la quantité d'énergie nécessaire pour compenser les pertes.

Il faut remarquer aussi que lorsqu'un four est installé dans une grande usine qui consomme une importante quantité d'énergie, par le jeu des tarifs dégressifs de vente d'énergie électrique, les kWh supplémentaires consommés par le four le seront au prix le plus bas, et non au prix moyen de toute l'usine.

**3° TARIFS AU KW MOIS ET AU KW AN.**

Beaucoup de distributeurs d'énergie consentent des tarifs de vente spéciaux pour longues durées d'utilisation. Ces tarifs deviennent intéressants en général lorsque la durée d'utilisation, c'est-à-dire le nombre de kWh consommés divisé par la puissance maximum moyenne des douze mois, atteint 4.000 à 5.000 heures par an. En-dessous de cette durée d'utilisation, ces tarifs sont en général plus onéreux que les tarifs normaux, au-dessus ils sont d'autant plus intéressants que la durée d'utilisation est plus grande.

Ces tarifs comportent d'habitude une taxe de puissance maximum assez élevée et un prix de kWh relativement faible, parfois même nul pendant les heures de nuit jusqu'à concurrence de la puissance maximum de jour.

Le prix moyen de kWh résultant de ces tarifs peut être très avantageux à condition que l'utilisateur s'arrange à réaliser une marche à charge aussi



constante que possible de jour et de nuit et s'il y a moyen les dimanches et jours de fête.

Tel est le cas de nombreuses industries électrochimiques ou aussi d'industries métallurgiques. L'industrie du cuivre et du laiton s'accommode en général bien d'une marche de ce genre, tant pour ses fours de fusion que pour ses fours à recuire. Plusieurs usines se sont même arrangées à combiner la marche de leurs laminoirs et de leurs machines outils avec celle de leurs fours électriques, la puissance absorbée par ces derniers étant réduite au moment du fonctionnement des laminoirs, ce qui permet d'égaliser la charge le mieux possible dans le courant d'une journée.

L'industrie de l'acier et de la fonte électriques peut également tirer un excellent parti de ces tarifs. Une aciérie qui travaille avec 3 fours à arc s'arrange à alterner les périodes de chauffage, d'affinage, de coulée et de recharge de ces trois fours. Lorsque le premier four en est à sa période de chauffage (fusion), le second four en est à sa période d'affinage et le troisième four à sa période de coulée et de recharge (repos). La puissance totale absorbée par les trois fours est donc très constante.

Toute industrie qui peut travailler jour et nuit avec une charge suffisamment constante a donc intérêt à utiliser ces tarifs.

#### 4° COURANT DE JOUR AVEC ARRÊT AUX HEURES DE POINTE.

Certains distributeurs d'énergie qui ont un intérêt particulièrement grand à réduire la pointe aux heures d'éclairage en automne et en hiver, consentent une réduction de tarif à ceux de leurs abonnés qui arrêtent leurs installations à ces heures.

Beaucoup d'usagers de fours électriques peuvent facilement arrêter leurs fours à ces heures et bénéficier ainsi du prix réduit. Les fours ayant en général un bon isolement thermique, peuvent si nécessaire être remis en service après 2 ou 3 heures d'arrêt sans que leur température interne ait baissé sensiblement.

D'autres distributeurs, sans exiger l'arrêt aux heures de pointe, consentent un tarif réduit intermédiaire entre le tarif normal de jour et le tarif de nuit, pour les kWh consommés en dehors des heures de travail normales. Cette combinaison est intéressante aussi pour un certain nombre de fours électriques.

#### 5° COURANT DE JOUR AVEC TARIFS DÉGRESSIFS.

Comme il a été dit au paragraphe 2, la plupart des tarifs normaux pour courant de jour sont dégressifs. Il en résulte que si l'on installe des fours dans une usine qui consomme déjà une

quantité importante d'énergie électrique, les kWh nécessaires pour les fours seront payés au prix le plus bas résultant de l'application du tarif dégressif.

#### 6° COURANT SAISONNIER.

Certains secteurs, alimentés par des centrales hydrauliques, disposent de plus d'énergie en certaines saisons qu'en d'autres. C'est pourquoi l'énergie est parfois offerte à leurs abonnés à prix réduit, énergie à consommer à certaines époques de l'année et sous réserve d'une consommation minimum à atteindre à ces époques.

Cette combinaison est intéressante pour les industries qui peuvent travailler en constituant des stocks saisonniers que l'on écoule pendant toute l'année.

#### 7° COURANT DE DÉCHET.

Le courant de déchet, vendu à prix encore plus bas que le courant saisonnier est du courant que l'usager s'engage à consommer lorsque le distributeur le lui met à disposition, la fourniture pouvant être coupée lorsque le distributeur le juge nécessaire.

Malgré le prix très réduit de cette énergie, le nombre d'applications susceptibles de s'en accommoder est restreint.

#### 8° COMBINAISONS MIXTES.

Les tarifs qui viennent d'être énumérés sont susceptibles d'être combinés ensemble de manière à s'adapter le mieux possible aux différents cas.

Supposons par exemple une usine qui posséderait à côté d'ateliers mécaniques, travaillant 8 heures par jour, des fours électriques fonctionnant nuit et jour sans arrêt. Le tarif normal de jour serait trop élevé. On pourrait le combiner avec le tarif de nuit ce qui conduirait à un prix acceptable.

Mais il est possible aussi de le combiner avec un tarif kW an qui permet d'arriver parfois à un prix de kWh plus avantageux encore.

En admettant par exemple que la puissance moyenne presque constante des fours soit de 100 kW et la puissance absorbée par les ateliers mécaniques de 200 kW, l'usager pourra souscrire un abonnement au kW an de 100 kW, le dépassement étant facturé au tarif normal de jour.

Cet exemple met en évidence les nombreuses possibilités qu'offrent les tarifs de vente d'énergie électrique.

#### Facteur de puissance.

Beaucoup de fours électriques possèdent un excellent  $\cos \varphi$  et par leur présence relèvent le  $\cos \varphi$  moyen de toute l'usine, réduisant ainsi dans beaucoup de cas le prix moyen de kWh.

Cette diminution de prix, due à la présence des fours devrait être portée à leur actif dans l'établissement du prix de revient de l'énergie consommée pour l'application thermique considérée.

### CONCLUSION

Comme on vient de le voir les tarifs de vente de l'énergie électrique offrent par leur variété des possibilités multiples de réaliser des prix de kWh réduits permettant l'emploi des fours électriques industriels.

Il importe cependant que l'utilisateur se rende compte que pour obtenir ces prix avantageux, il lui est nécessaire de s'organiser de façon à ne pas consommer, ou tout au moins de consommer le moins possible, d'énergie aux heures de travail habituelles de l'industrie.

Sous cette réserve, en s'imposant quelques restrictions souvent peu importantes, il sera possible aux usagers des fours d'obtenir un prix moyen de kWh qui, joint aux autres qualités de ces appareils, leur permettra d'en retirer le maximum d'avantages.

A. MIEG

*Ingénieur en chef  
aux Forces Motrices du Haut-Rhin.*

**Arches électriques à recuire le verre.** K.M. Cheery. « Glass Ind. », 1932, t. 13, n° 11, pp. 179-181 et 186, Nov. — Jusqu'en ces derniers temps, les arches modernes ont été chauffées à gaz et surtout avec des brûleurs au mazout. Mais le réglage précis de la température dans leurs différentes zones, ainsi qu'en différents points d'une section quelconque, n'était pas facile. C'est ainsi que dans une arche à mazout, au centre de la section active près de l'entrée, la température moyenne sera, par exemple, de 500°C., tandis qu'à la périphérie elle atteint 565°C. Dans les arches chauffées à l'aide de résistances électriques, cette différence peut être ramené à moins de 30°. D'autre part, le maintien d'un régime de cuisson optimum ainsi que son contrôle y sont beaucoup plus aisés.

Les éléments de résistance électrique pour la chauffe sont constitués par des alliages standards en nickel-chrome employés d'habitude pour les fours électriques à résistance. Ces alliages étant inoxydables, leur usure est réduite au minimum.

Les verres recuits par les arches électriques ont un aspect irréprochable; ils possèdent un brillant et une limpidité qui manquent souvent aux verres recuits dans les arches à mazout et au gaz. D'autre part, leur prix de revient sera toujours inférieur à celui des verres recuits dans les autres arches par suite de la diminution considérable de la casse et de l'inutilité de rinçage de verres à la sortie de l'arche électrique.

## Cuves d'étamage chauffées électriquement

Les premiers essais d'étamage du fil de fer fin dans des cuves chauffées électriquement n'avaient pas donné de résultats appréciables: la raison en était que l'on proposait à cette époque des fours électriques de dimensions à peu près équivalentes à celles des fours à chauffage au coke alors en usage, et en comportant par rapport à ceux-ci que de très légères modifications. Il s'en suivait des prix d'installation, des puissances installées et des consommations de courant absolument exagérés; il n'y avait plus aucune économie à se servir du four électrique dans ces conditions.

On avait perdu de vue que dans les fours chauffés au coke l'apport de chaleur au bain est essentiellement variable; lorsque la grille vient d'être chargée la température baisse pour se relever de nouveau lorsque le combustible est en pleine ignition. Il est donc nécessaire de donner au bain d'étamage de fortes proportions pour qu'il fonctionne également comme accumulateur de chaleur et que même dans les périodes où le feu baisse, l'étain soit maintenu à la température voulue. Tout autre est la situation pour les fours électriques maintenus à température constante par des régulateurs ou des thermostats, et dans lesquels par suite la chaleur est immédiatement employé à des fins utiles. La nécessité d'accumuler de la chaleur n'entre donc plus en question et il n'y a plus qu'à déterminer la grandeur du bain de telle façon qu'elle garantisse un bon étamage des fils qui passent au travers.

Les températures envisagées dans cette industrie étant relativement basses il est certain que le four électrique doit au contraire être très avantageux.

On a donc étudié un four destiné à cette industrie et dans ce but on a commencé par étudier les pertes à vide. Dans une poche de 100 kg on a fondu 100 kg d'étain que l'on a porté à la température de 300° C. Le four et les parois de la poche avaient été parfaitement isolés au moyen de Sterchamol. La poche fut chauffée au moyen de 2 faux-fonds mobiles en forme de grille et en matière peu coûteuse (éléments chauffants en céramique) avec une puissance installée de 1,1 kW chacune soit 2,2 kW en tout. On peut déterminer que les pertes à vide se composaient presque exclusivement de la perte par rayonnement de la surface libre du bain.

Sur la base des chiffres ainsi trouvés on installa un four d'étamage présentant une surface

(1) Résumé d'une étude de l'ingénieur G. Hilgestock, *Elektr. Z.*, t. 24, n° 10, p. 100, Août 1934.

supérieure libre aussi faible que possible et pouvant étamer 25 kg de fil de fer par heure (acier, cuivre, laiton). La fig. 1 donne les dimensions d'un four de ce genre. Le four est chauffé par deux plaques telles que celles qui viennent d'être mentionnées et de 1,1 kW chacune de puissance. Le bain ayant une profondeur effective de 120 mm., il contient 90 kg d'étain liquide. Pour porter ces 90 kg d'étain à 320° on dépense 5,6 kW y compris la perte à vide; il faut donc environ 2,5 heures pour porter le bain à la température

1.000 kg fil d'acier 0,9 mm. de diamètre à raison de 10 fils à la fois;

100 kg fil d'acier 1,2 mm. de diamètre à raison de 6 fils à la fois;

1.000 kg fil d'acier 0,25 mm. de diamètre à raison de 16 fils à la fois;

120 kg fil d'acier 0,2 mm. de diamètre à raison de 16 fils à la fois.

Pour une dépense totale de 146 kWh, la dépense moyenne s'établit à  $\frac{146 \text{ kWh}}{105 \text{ h}} = 1,4 \text{ kWh/h}$

et la production moyenne à  $\frac{2.220 \text{ kg}}{105 \text{ h}} = 21 \text{ kg/h}$ .

La faible dépense de courant s'explique par le fait que la cuve électrique se trouve à la suite de la cuve chauffée au coke c'est-à-dire que le fil entrant dans la première possède déjà une certaine température résultat de son passage dans la cuve chauffée au coke.

Cette circonstance apparaît encore plus clairement avec des fils de plus fort diamètre. Par exemple on dépense pour :

100 kg de fil d'acier de 0,5 mm. de diamètre,

225 kg de fil d'acier de 1,8 mm. de diamètre,

1.000 kg de fil d'acier de 0,9 mm. de diamètre,

37 kWh pour une durée de travail de 42 h. La dépense de courant est donc dans ce cas  $\frac{37 \text{ kWh}}{42 \text{ h}} =$

0,88 kWh/h et la production  $\frac{1.325 \text{ kg}}{42 \text{ h}} = 31,5 \text{ kg/h}$ .

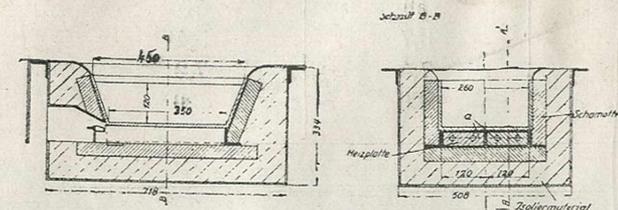


Fig. 1. — Détails de construction d'un four de galvanisation pour fil fin; puissance 2.2 kW.

voulue. Les pertes à vide du four étant 0,7 kWh il reste pour atteindre la température voulue  $2,2 - 0,7 = 1,5 \text{ kWh}$ . Comme l'ont prouvé les essais cette quantité suffit pour l'étamage de 25 kg de fil d'acier par heure.

Pour faciliter l'enlèvement des plaques chauffantes par un personnel non spécialisé, au cas où l'une des plaques serait endommagée elles sont maintenues par des broches amovibles. Du reste dans la première usine où ce four fut installé, aucune des deux plaques n'avait subi le moindre dommage après une année et demi de travail.

La chaleur se transmet des plaques au bain uniquement par conductibilité, et la température est maintenue constante par un régulateur.

Ce type de four vient d'être installé dans une tréfilerie où l'on cherche surtout à obtenir un étamage sous couche assez épaisse. Le fil passe d'abord dans une cuve d'étamage chauffée au coke puis dans une cuve chauffée électriquement de façon à ce que l'étamage se fasse en une seule opération (la température de la cuve chauffée au coke est supérieure d'environ 40° à celle de la cuve chauffée électriquement). On peut ainsi étamer en une semaine, en 105 heures de travail effectif, 2.220 kg de fil des dimensions suivantes :

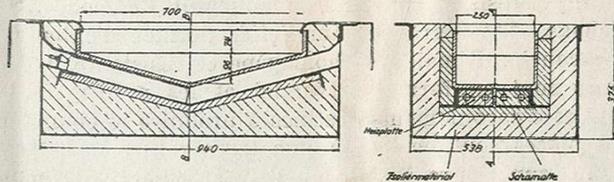


Fig. 2. — Section d'un four à galvaniser, à chauffage électrique. Type II; puissance 4 kW.

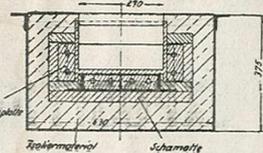


Fig. 3. — Coupe perpendiculaire à la direction du fil du four à galvaniser. Type III; puissance 6 kW.

Voici enfin pour terminer les résultats d'essais entrepris par deux autres sociétés avec le même type de fours :

	Essai n° 1	Essai n° 2
Nombre de fils d'une passe .....	16	16
Diamètre du fil .....	0,2	0,25
Vitesse moyenne de passage en m/mm .....	90-100	60-70
Poids moyen kg/h .....	17	20
Température du bain .....	env. 300°	env. 300°
Consommation kWh/h .....	1,7	1,8
KWh/100 kg. ....	10	9,0



Les caractéristiques des fours employés sont données dans le tableau suivant :

	Four II	Four III
Contenu du bain en litres .....	17,5	22,14
Quantité d'étain fondu en kg .....	125	156
Nombre des éléments chauffants .....	4	6
Puissance installée en kW .....	4	6
Perte au chauffage en kWh .....	9	10
Durée du chauffage en heures .....	2 1/4	1 3/4
Perte à vide en kWh/h .....	1,1	1,35
Production en kg/h .....	50	75
Courant réellement utilisé en kWh/h .....	3,7	5,4
Courant utilisé en kWh/100 kg .....	7,4	7,2
Température du bain .....	320	320

## ANALYSES DES REVUES TECHNIQUES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**Fours à induction à basse fréquence pour le séchage du vernis à voitures.** Edgar-L. Bailey. « Electrical World », 2 décembre 1933, t. CII, pp. 727-728, 1.000 mots, 1 fig., 1 tabl. — Cet article contient la description de fours employés pour le séchage du vernis à voitures par la Chrysler Corporation à l'usine de Plymouth et dans lesquels les pièces vernies ou émaillées sont soumises à l'action d'un champ alternatif puissant qui provoque une élévation de température à l'intérieur du métal par suite des pertes par hystérésis et courants de Foucault. Ce mode de séchage, d'une grande simplicité, permet d'obtenir une couche d'émail très homogène et résistante. Les fours sont en forme de tunnel et les parois sont munies d'enroulements destinés à produire le champ. Les pièces sont portées à une température de 42°C à 47°C supérieure à celle de l'air ambiant. Le cou-

rant d'alimentation à 250 v, d'une fréquence de 360 p/s, est fourni par un groupe moteur-générateur et le facteur de puissance, très faible, est relevé au moyen de condensateurs statiques; le réglage possible de la tension aux bornes du four permet une grande souplesse de fonctionnement. Le déplacement des pièces est effectué au moyen d'un transporteur à chaînes, au moyen duquel elles passent du milieu où l'intensité du champ est maximum, qui les porte à la température de séchage, dans un milieu à champ réduit qui leur fournit seulement l'énergie nécessaire au maintien de cette température. Le séchage est effectué en un temps de 30 à 50 % inférieur à celui exigé dans les fours à air chaud. Les frais d'entretien sont réduits et le rendement de ce procédé, même en tenant compte des pertes du groupe moteur-générateur, est très élevé.

# 1<sup>RE</sup> EXPOSITION DU CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE INDUSTRIEL

Paris : 18 Mai-3 Juin 1935

Nous rappelons à nos lecteurs qu'une EXPOSITION DU CHAUFFAGE ELECTRIQUE INDUSTRIEL se tiendra à Paris du 18 mai au 3 juin pendant la Foire de Paris, au parc des Expositions, Porte de Versailles.

Cette Exposition, qui est la première réalisée dans ce but, permettra aux visiteurs de se rendre compte des applications industrielles et des possibilités de solutions très variées que seuls peuvent offrir les fours électriques, les étuves, séchoirs industriels, etc...

Nous donnerons dans un prochain numéro la des-

cription des stands et des appareils exposés dont beaucoup seront en ordre de marche. Prière aux exposants et constructeurs qui ne nous les ont pas encore envoyés de nous adresser les caractéristiques techniques de leurs modèles exposés.

Le programme de cette manifestation sera publié dans notre numéro de Mai.

Pour tous renseignements utiles s'adresser à la Sté APEL, 33, rue de Naples à Paris.

## Four électrique de trempe à sole tournante à l'usine de Pierre-Blanche

Par J. BEUCLER

Ingénieur A. et M.  
Ingénieur aux Etablissements Peugeot Frères.

Ce four étudié et construit par la Maison Ripoché, a une puissance de 200 kW, et permet un débit de 500 kg/heure à la température de 850°.

Il est utilisé pour la trempe continue de pièces spéciales en acier, d'un encombrement élevé par rapport à leur poids, ce qui explique le grand volume de la chambre de chauffe, par rapport au débit.

L'enfournement se fait par groupes de 10 à 30 pièces, à l'aide d'une pelle spéciale d'un maniement aisé.

Le défournement s'opère pièce par pièce, à la pince, chaque pièce devant être reprise pour une opération, avant son immersion dans le bain de trempe.

La sole tourne à 0 m. 500 des façades des portes. Son avance est discontinue et s'exécute mécaniquement. Un bouton poussoir à la portée de l'aide au défournement, commande un moteur relié à la sole par une démultiplication appropriée et située en sous-sol.

La sole est supportée par six galets, qui s'appuient sur un chemin de roulement.

Ce chemin de roulement est solidaire d'une poutre caisson circulaire, soutenue par trois vérins à vis.

Ces vérins permettent la descente de la sole dans une fosse de 1 m. 800 de profondeur. Cette solution ingénieuse d'abaissement de la sole, facilite les visites et les réparations intérieures.

A titre d'exemple, citons que la sole étant bloquée par une pièce engagée entre les parois fixes et mobiles, la reprise normale du travail a pu se faire après 1 h. 15 d'arrêt seulement.

### Circuits chauffants

Le four est chauffé par des résistances en rubans groupées en 3 circuits indépendants, et correspondant à 3 zones : enfournement, milieu et défournement.

La température de chacune de ces zones est contrôlée par un couple.

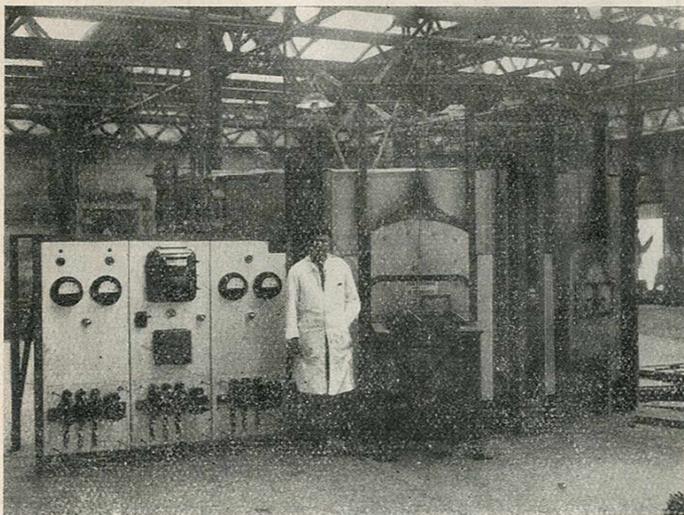


Fig. 1. — Four électrique circulaire à sole tournante pour le chauffage avant cintrage et trempe des fourches de divers types.

### Dimensions

Les dimensions extérieures sont imposantes :

Hauteur : 2 m. 300 ; diamètre extérieur : 4 m. 800 ; diamètre moyen de la sole : 2 m. 600 ; largeur de la sole : 0 m. 480 ; hauteur maximum des empilages : 0 m. 400 ; dimensions du gabarit de passage intérieur entre résistances : 0,720 × 0,840.

### Disposition et fonctionnement

La cornue et toutes les maçonneries qui s'y rattachent sont en briques réfractaires, et s'appuient sur un édifice en charpente métallique.

L'isolement thermique est réalisé par un fort calorifugeage.

Les deux portes d'enfournement et de défournement sont juxtaposées et rayonnantes.

Les zones enfournement et défournement sont séparées par un écran double de plaques en métal inoxydable d'une grande efficacité.

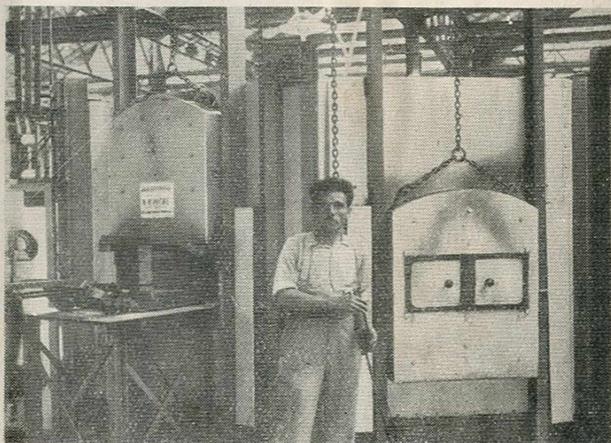


Fig. 2. — Vue des dispositifs de chargement et de déchargement du four.

Ces couples sont reliés périodiquement à un régulateur automatique de température, par l'intermédiaire d'un contacteur rotatif.

Chaque zone est ainsi auscultée périodiquement, et réglée à la température désirée.

Ce dispositif garantit une précision remarquable des températures de trempe.

Il protège les résistances contre toute surchauffe accidentelle, et permet chaque matin, ou à un instant quelconque, le maintien et la mise en température sans aucune surveillance.

Tableau

Tous les appareils de commande sont réunis sur un tableau comprenant :

Le régulateur automatique de température, avec son mécanisme et ses relais;

Le chauffage de pièces de moyenne importance s'effectue avec la répartition suivante des enclenchements :

1) Enfournement .....	100 %
2) Milieu .....	55 %
3) Défournement .....	67 %

L'homogénéité de température des zones 2 et 3 est parfaite.

Consommation

La porte de défournement est ouverte en permanence, il a donc fallu prévoir un renforcement du chauffage à la sortie.

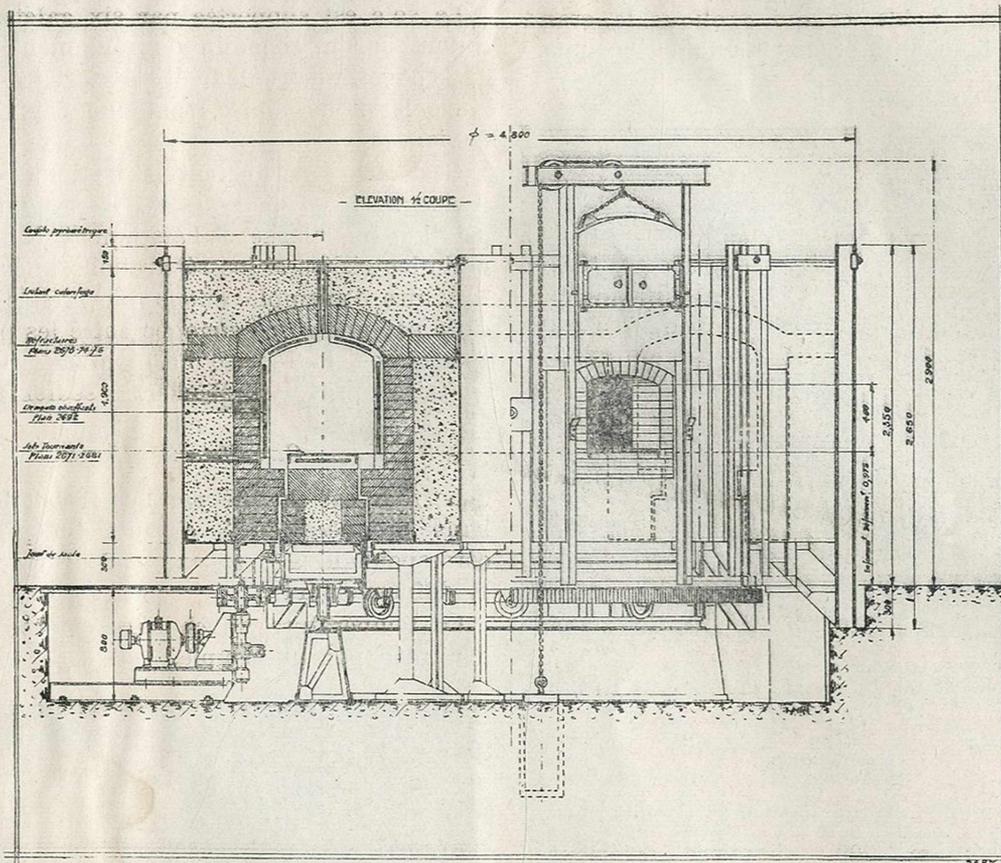


Fig. 3. — Coupes schématiques du four électrique Ripôche de trempe à sole tournante de 200 kw.

Les 3 contacteurs de circuits, leurs interrupteurs à main, un interrupteur général, voltmètre, ampèremètre et lampes témoins.

Chauffage

La mise en température d'un four froid est assez longue et difficile à évaluer, car elle se fait par paliers successifs.

Utilisé 16 heures consécutives, après un arrêt de 8 heures le réchauffage est très rapide, et se fait chaque matin en 45'.

Le lundi, après un arrêt de 30 heures, en 1 h. 30; après un arrêt prolongé de 4 à 5 jours, le réchauffage se fait en 8 heures, réparties ainsi : 4 heures de chauffe, 2 heures d'arrêt, 2 heures de chauffe avec 50 % de déclenchements;

Malgré cette perte sensible, malgré les variations importantes des débits horaires traités, changements de forme et de poids des pièces, la production moyenne est de 2 kgs 500 de pièces traitées au kW, allumages et mise en température compris.

Cette brève description permettra de concevoir cette réalisation, qui est une solution économique.

L'éloge du chauffage électrique n'est plus à faire, il doit être adopté chaque fois que l'on recherche un traitement régulier et sûr.

Il faut, pour compléter cet éloge, y ajouter deux avantages qui, s'ils sont minimes, allègent le budget d'une usine par leur incidence sur la santé du personnel; ce sont la propreté et la salubrité.



## Le traitement thermique de l'acier rapide

Le traitement thermique de l'acier rapide est d'une importance capitale pour la bonne tenue ultérieure des outils; aussi, d'ingénieux dispositifs ont-ils été étudiés pour réaliser correctement cette opération délicate. Jusqu'à ces dernières années, les fours étaient, le plus souvent, chauffés au gaz; mais, suivant l'exemple des Etats-Unis, on s'oriente de plus en plus, vers le four électrique qui donne des produits d'un beau fini, tant en surface qu'en texture. Outre ces avantages, le four électrique est souvent plus économique que les autres.

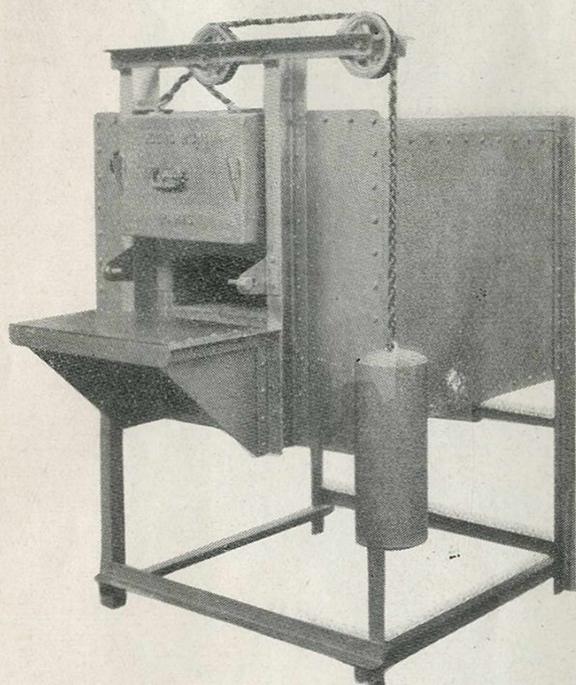


Fig. 1. — Vue d'un four électrique à résistances pour le préchauffage d'outils en acier rapide ou les traitements thermiques d'outils en acier ordinaire. (Document Huni.)

Le traitement rationnel de l'acier rapide exige parfois jusqu'à trois fours et même quatre. Le premier four sert au préchauffage des pièces jusqu'à une température de 850 à 900° C avant leur traitement dans le deuxième à une température de 1.280° à 1.330° C. Après trempe, l'acier reçoit un traitement secondaire dans un troisième four à température plus basse 540° à 600° C. Un quatrième four à basse température, ou une plaque chaude, portant les pièces à 200° C avant leur préchauffage est quelquefois utile pour les outils délicats ou de forme gauche.

Lorsque l'on utilise un four électrique pour le préchauffage, il est muni d'un dispositif de contrôle de l'atmosphère du four et de résistances chauffantes pouvant supporter des températures

excédant 1.000° C. La figure 1 montre la silhouette d'un tel four, tandis que la figure 2 représente le four de traitement thermique à haute température à deux chambres superposées. Celui-ci comporte aussi une atmosphère gazeuse contrôlée; mais en raison de la haute température de service, les résistances chauffantes sont en carbondum. Elles sont en forme de baguettes munies de connexions refroidies par circulation d'eau, ou à manchons rapportés, suivant les conditions de service, la durée de ces résistances varie de 800 à 1.500 heures.

Le contrôle de l'atmosphère du four, est indispensable pour éviter toute oxydation superficielle; il consiste à maintenir une teneur uniforme et contrôlable de l'oxyde de carbone dans le four et à éviter l'entrée de l'oxygène de l'air lorsque la porte est ouverte.

Un four fréquemment employé pour le traitement secondaire de l'acier rapide — opération improprement appelée « revenu à 540-600° » — comporte un ventilateur réalisant une circulation de gaz chauds qui assure le chauffage rapide des pièces sans risque de surchauffe locales.

Le chauffage de l'acier dans un four quelconque à gaz, à mazout ou à l'électricité, est réalisé par absorption de chaleur par radiation et par convection. A basse température, la majeure partie de la chaleur est transmise par convection et le seul procédé pour accélérer ce transfert est d'augmenter la vitesse du fluide chaud circulant autour des pièces. Ceci est réalisé au moyen d'un ventilateur qui assure la circulation à grande vitesse de l'atmosphère du four. Les pièces étant protégées contre le rayonnement direct qui pourrait produire une légère surchauffe de leur surface extérieure, on conçoit qu'un tel four permette un contrôle très précis de la température. On suit la marche du traitement thermique au moyen d'un pyromètre double enregistreur; l'un des éléments pyrométriques indique la température des pièces et l'autre, celle des gaz chauds de circulation.

On utilise également des fours à bain de plomb tel que représenté sur la fig. 3 avec régulateur automatique de température qui par suite de leur grande capacité calorifique permettent d'obtenir de très bons résultats pour les pointes d'outils.

Les températures à obtenir dans les trois phases du traitement thermique de l'acier rapide varient quelque peu suivant la nature des outils traités; mais, en pratique, on peut dire que le préchauffage se fait à 880° C, la trempe à 1.300° C et le traitement secondaire à 580° C.

Dans tous ces traitements et plus spécialement dans les deux derniers, la durée a une aussi grande importance que la température et

doit être contrôlée avec le même degré de précision. En général, un traitement de longue durée à basse température équivaut à un traitement plus court à température plus élevée; le résultat optimum pour une classe d'outils déterminée est obtenu par une judicieuse combinaison des facteurs temps et température.

Pourvu que l'acier soit bien recuit avant la mise en forme des outils, il est inutile de le recuire à nouveau avant la trempe. Le chauffage

peut varier de 15 minutes pour des pièces pesant de 56 à 112 grammes (2 à 4 onces) à plus d'une heure pour des outils de 13 à 18 kgs. Le four électrique employé ayant une atmosphère parfaitement neutre, cette durée ne saurait être réduite en raison de l'oxydation superficielle. En fait, si la teneur en CO de l'atmosphère du four est maintenue entre 9 et 11 p. 100, cette oxydation est presque entièrement évitée. Pour la majeure partie des outils en

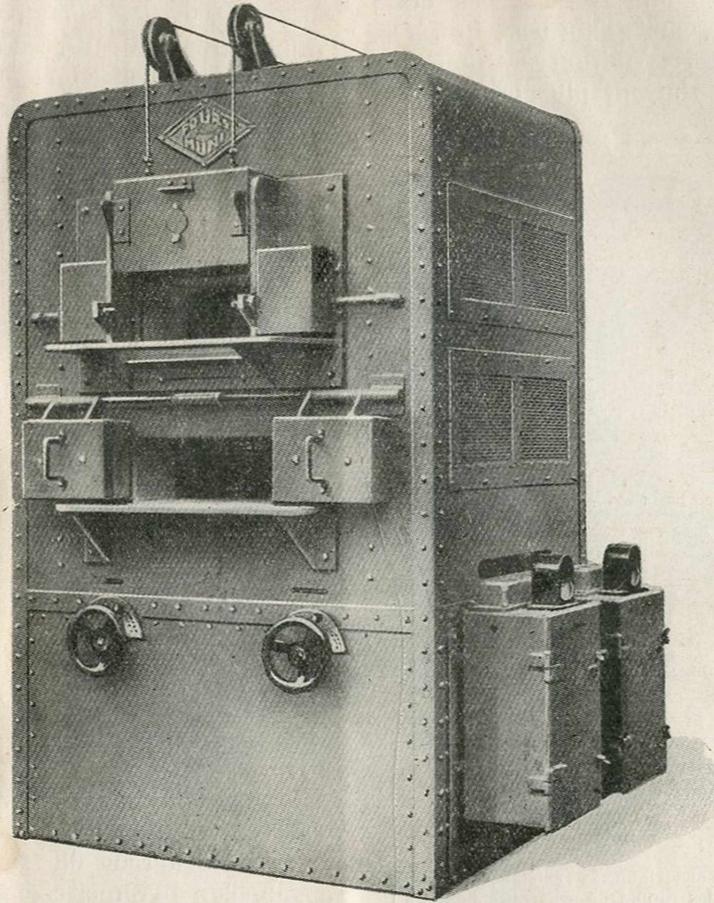


Fig. 2. — Vue d'un four électrique à 2 chambres superposées pour le traitement de pièces assez importantes en acier rapide, à 1.350° C. (Document Huni.)

préliminaire doit être très progressif, à moins que l'on ne traite des outils de forme très simple; afin d'éviter tout risque de fissuration, il est très recommandé de chauffer d'abord les outils à 200° C avant de les placer dans le four de préchauffage. De cette manière, les pièces peuvent être portées à 880°-900° C avant d'être introduites dans le four de traitement thermique à haute température. Le séjour des pièces dans le premier four doit être assez prolongé pour que la température soit uniforme dans toute la masse et qu'une dissolution préliminaire des plus petits grains de carbure de tungstène puisse se produire. La durée optimum dépend beaucoup du

acier rapide, l'expérience a montré que la température optimum du four était comprise entre 1.310° et 1.320° C.

La durée du traitement thermique à haute température, après un préchauffage à 900° C, varie de 1 minute 30 secondes pour des outils pesant 56 à 112 grammes à 8 minutes pour des pièces pesant 9 kgs. Ici, toutefois, on devra se laisser guider par l'expérience et la tenue en service des outils. L'objectif à atteindre est d'assurer une répartition parfaite des particules de carbure de tungstène sans dépasser une certaine grosseur du grain de l'acier. Pour obtenir ce résultat, une certaine augmentation de la grandeur

taux est inévitable, mais, si elle n'est pas excessive, elle n'affectera pas la résilience et la ténacité des outils; au contraire, un acier rapide traité à une température trop basse (1.260° à 1.280° C) pendant une durée trop courte sans grossissement de la texture présentera de médiocres qualités de coupe et de résistance. Par ailleurs, un traitement prolongé à haute température (1.330° à 1.350° C) donnera une dureté légèrement plus grande — en raison de la meilleure dissolution de carbure de tungstène — mais aussi une texture à gros cristaux, très fragile.

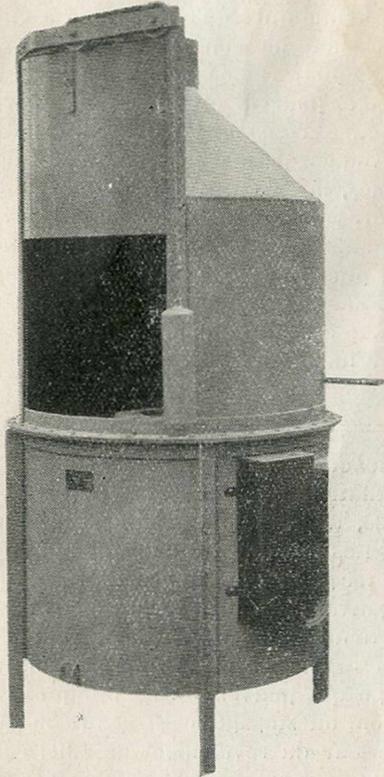


Fig. 3. — Four électrique à bain de plomb.  
(Document Huni.)

En ce qui concerne la trempe, on ne doit pas perdre de vue que, contrairement à la plupart des autres aciers trempants, l'acier rapide est peu ou pas affecté par la vitesse de refroidissement au sortir du four de traitement thermique à haute température. Pour éviter l'oxydation, il est de pratique courante de le tremper dans l'huile un peu au-dessous de 400° C. Ensuite, lorsque l'acier passe dans l'intervalle critique 325°-250° C, les outils peuvent être refroidis en air calme ou soufflé.

Pour les outils délicats ou lorsque l'on craint un manque d'homogénéité de l'acier, le refroidissement par l'air soufflé est très recommandé car il évite la fissuration.

Pour des outils spéciaux, la trempe dans un bain de plomb ou de sels fondus peut être avantageuse.

Si l'on doit dresser certains outils, tels que les broches ou les longs forets, pour corriger leur gauchissement au cours des traitements thermiques, il faut réaliser cette opération lorsque l'acier est encore relativement doux entre 900° et 400° C (texture austénitique). Un réchauffage ultérieur à 600° C par exemple donnera des résultats médiocres car l'acier est alors beaucoup plus dur (texture martensitique).

Le durcissement secondaire des aciers rapides est connu depuis longtemps et universellement appliqué aux outils de forme. Correctement exécuté sur un acier initialement bien trempé, il supprime toutes les tensions internes provenant de la trempe et procure un accroissement de durée. La température généralement recommandée pour ce traitement est de 570°-600° C, mais elle dépend beaucoup du but que l'on se propose. Ici encore, le facteur temps joue un grand rôle et devra être mesuré avec précision, si l'on veut obtenir des pièces ayant les mêmes caractéristiques. Un traitement à 540°-550° C donne la plus forte augmentation de la dureté après trempe, mais une plus grande résistance à la fissuration et à l'écaillage peut être obtenue aux dépens de la dureté du tranchant par un réchauffage à 600° C. Toutefois, l'outil ne devra pas être maintenu longtemps à cette dernière température, car il en résulterait un adoucissement trop prononcé.

Après le traitement thermique secondaire, il est tout indiqué de laisser les pièces à refroidir en air calme; de façon à éviter la formation de toute tension interne.

*Coût du traitement thermique  
au four électrique*

Voici la consommation moyenne d'énergie en kilowatts-heure par kg d'acier traité dans un atelier produisant environ 500 kgs par semaine et disposant d'un four de préchauffage, d'un four à haute température et d'un four vertical à basse température à circulation forcée :

	Consommation en kWh par kg d'acier traité
Four de préchauffage .....	0,30
Four à haute température .....	1,37
Four de traitement secondaire ..	0,13
<b>TOTAL .....</b>	<b>1,80</b>

Même en tenant compte des immobilisations plus importantes qu'il nécessite, le four électrique est, le plus souvent, plus économique que le four à gaz. En outre, il présente l'avantage considérable de transformer un art difficile en un procédé quasi-mécanique et facilement contrôlable.



2<sup>e</sup> PARTIE : APPLICATIONS DOMESTIQUES DU CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE

## LES APPAREILS DOMESTIQUES DE CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE EN BELGIQUE

La production d'énergie électrique en Belgique s'est développée considérablement depuis 10 ans. La grande densité, la population qui existe dans ce pays n'entraînant que des transports de force relativement courts, les applications industrielles et domestiques peuvent progresser assez facilement. Cependant il y a encore beaucoup à faire au point de vue du chauffage électrique.

D'après les chiffres provisoires de 1934 sur une production d'énergie de près de 4.000.000.000 hwhs près de la moitié a été livrée par les secteurs de distribution d'électricité, la différence étant constituée par la consommation des usines ayant leurs propres centrales.

97 % des communes belges sont électrifiées, représentant une population de 8.200.000 habitants, soit 93 % de la population totale.

Le nombre des abonnés dans les régions industrielles et rurales est de 1.300.000 environ; leur consommation peut être évaluée à 160.000.000 kwh, soit 135 à 140 hwh par client, alors que la consommation des magasins, cafés, restaurants, etc., demeure sensiblement plus forte que celle des particuliers. On peut en déduire que la consommation moyenne par ménage est de l'ordre de 100 kwh. Dans les villes cette consommation est supérieure à ce chiffre.

Les appareils domestiques de chauffage électrique commencent à se répandre; d'après M. G. de Leener, professeur à l'Université de Bruxelles, on comptait l'an dernier plusieurs centaines de mille de fers à repasser, 6.000 fourneaux de cuisine et un assez grand nombre de chauffe-eau.

On constate, en outre, une faveur régulière qui se maintient envers le chauffage électrique domestique, puisque, notamment, la cadence moyenne d'installation de cuisinières électriques est d'une trentaine par jour actuellement.

D'autre part, nous croyons savoir que des essais très intéressants de chauffage à haute tension sont en cours en divers points du pays, dont la mise en route aurait vraisemblablement lieu l'hiver prochain. Nous suivrons de près cette question qui peut être grosse de conséquences si les résultats pratiques correspondent aux estimations théoriques.

C. E.

## PLAQUES CHAUFFANTES EN BRONZE D'ALUMINIUM

Les « Fabbriche Elektrotecniche Riunite » ont mis au point dernièrement la fabrication de plaques chauffantes pour cuisines électriques, qui sont constituées par des tubes de résistances système Backer. Ces tubes sont noyés dans une masse de bronze

d'aluminium. La majeure partie des tubes ainsi noyés est disposée en forme de spirale; l'autre en forme de S se trouve dans un autre plan. Pour ne pas rendre la plaque chauffante ainsi constituée trop lourde, cette deuxième série de tubes n'est pas enrobée de bronze mais les tubes sont simplement recouverts à leur surface d'une légère couche de ce produit. Le bronze d'aluminium adopté pour ce travail est le Xantal Beta, de la Société Alluminio. C'est un bronze complexe contenant du nickel et du fer, doué d'une dureté considérable à chaud. Il a un bon coefficient de conductibilité (0,18 unités C.g.s. contre 0,04 pour l'acier inoxydable, 0,14 pour le nickel pur, 0,10 pour la fonte). D'autre part ce produit présente une résistance extraordinaire à la corrosion provoquée par l'eau de mer, les acides organiques dilués, la soude et d'une façon générale toutes les matières dégraissantes et détersives. Son emploi dans les cuisines est donc particulièrement indiqué; son prix plus élevé que celui d'une plaque de fonte ne constitue pas un empêchement car une plaque en Xantal est pratiquement indestructible et peut supporter même des chocs violents. (Revue Alluminio).

**Les phénomènes de corrosion dans les chauffe-eau à accumulation.** R. Scherrer. « Bull. A. S. E. », 13 octobre 1933, t. XXIV, pp. 517-543, 16 200 mots, 40 fig., 3 tabl. — Les chauffe-eau à accumulation sont, en général, en fer galvanisé. Malgré la précaution que constitue la galvanisation du fer, on peut observer, après une courte durée de service, de la rouille à l'intérieur de ces réservoirs. Après avoir examiné les procédés de zingage qui peuvent être appliqués et les modes de contrôle du zingage, c'est-à-dire la détermination de l'épaisseur du revêtement de zinc, l'analyse de la constitution exacte de ce revêtement, l'auteur étudie les causes de la corrosion et donne à ce propos les résultats d'analyses d'eaux qui ont passé dans des conduites dans lesquelles se sont manifestés des phénomènes de corrosion. Le pH de l'eau de ces canalisations est un facteur important dans l'étude des causes de ces phénomènes, ainsi que sa teneur en matières calcaires et en gaz dissous. L'influence de ces différents éléments est examinée au cours de cet article, sur la base de résultats d'essais qui montrent que la corrosion est due non à la mauvaise qualité du zingage, mais aux conditions de fonctionnement des chauffe-eau; la nature de l'eau joue un rôle essentiel dans ce phénomène et si elle présente un danger de corrosion, l'auteur signale, toujours en donnant des résultats expérimentaux, que le fer galvanisé doit être remplacé par du cuivre étamé pour la constitution de ces réservoirs.

Le chauffage électrique peut remplacer tous les autres modes de chauffage; l'étude de cette substitution conduit souvent à d'heureuses surprises.

## La Maison de Demain

La « Maison de Demain » (home of to morrow) a été édifée aux Etats-Unis à Mansfield par la « Westinghouse Electric Fmg Co » et comporte naturellement une utilisation importante de l'électricité. Une description complète en a été donnée dans l'« American Architect » (3-34) et un compte rendu dans le « Bull. Technique de la Suisse Romande » (1) de décembre 1934.

**Cuisine.** — Tout a été prévu pour épargner à la maîtresse de maison les allées et venues inutiles, grâce à un aménagement général conçu de façon que les opérations aient lieu « en sens unique » correspondant à leur ordre de succession naturel, depuis la réception des fournitures par un guichet ouvrant à l'extérieur, jusqu'à l'arrivée des plats sur le charriot chauffé électriquement, à l'aide duquel tout le service de table de la salle à manger peut se faire sans que personne ait besoin de quitter la table.

La cuisinière (fig. 1) est naturellement électrique

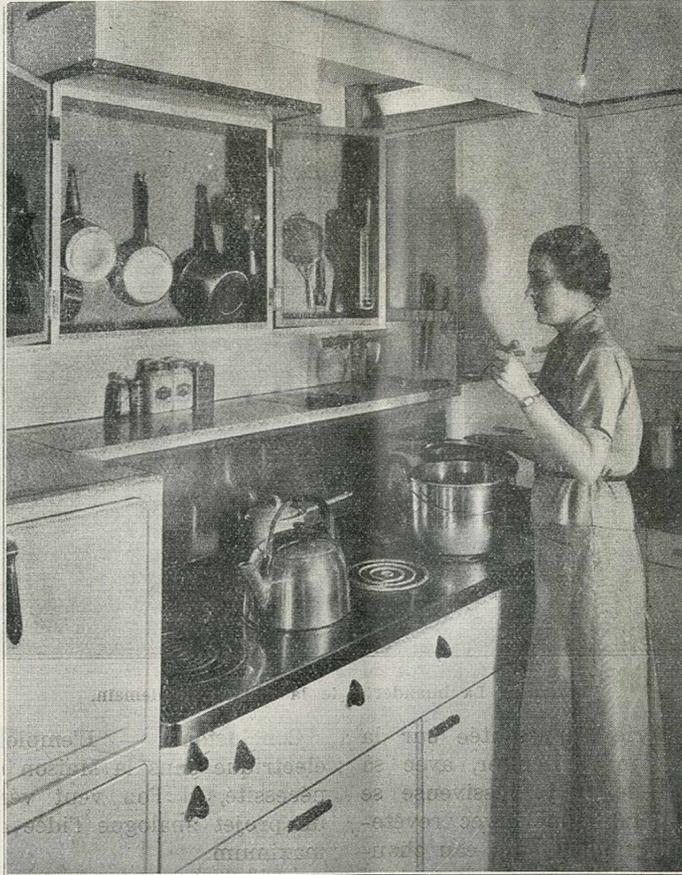


Fig. 1. — La cuisinière électrique de la maison de demain.

Nous ne donnerons ici que les caractéristiques générales et un aperçu plus détaillé sur la cuisine et la buanderie électriques.

La Maison de Demain comporte 3 étages et 1 sous-sol, 8 pièces principales et un volume de 760 m<sup>3</sup>.

L'équipement électrique comporte une puissance installée de 87 kw, comprenant 16 moteurs (108 chevaux), 413 lampes (49 kw) et prévu pour une consommation annuelle de 18.000 kwh.

Comme terme de comparaison il convient de noter que l'équipement moyen actuel d'une maison aux Etats-Unis implique une puissance installée de 3 kw et une consommation annuelle de 600 kwh.

et comporte 4 plaques en ligne au bord de la plate-forme afin d'éviter les inconvénients des plaques « en profondeur » et des cuisinières trop larges. 2 plaques sont à 15 v. maximum, 25.000 watts, une à réglage continu entre 2.500 et 500 watts et une du type « Corox » de 20 cm à 1.200 watts.

En haut et surélevé, se trouve le four électrique (à gauche, fig. 2); il est muni d'une lampe éclairant automatiquement la chambre de cuisson dès qu'on ouvre la porte. Le soubassement du four est aménagé en gril à double corps de chauffe rayonnant simultanément sur les deux faces de la pièce à griller.

A côté de cela se trouvent disposés d'une façon rationnelle : percolateur, grille-pain, machine à laver et sécher la vaisselle et sèche-linge électriques.

(1) Qui a bien voulu nous autoriser à reproduire les figures ci-après et que nous remercions ici.

Le perfectionnement est étudié de si près, que la servante, les deux bras chargés, ouvre néanmoins très aisément la porte de la cuisine à l'office grâce à un dispositif qui fonctionne automatiquement sous la pression des pieds.

de et froide que le linge parcourt dans l'ordre suivant : 1°) lessivage dans la lessiveuse en avant; 2°) essorage dans l'essoreuse centrifuge au centre; 3°) premier rinçage dans la 3<sup>e</sup> cuve; 4°) second rinçage dans la 4<sup>e</sup> cuve.



Fig. 2. — La buanderie de la maison de demain.

**Buanderie.** — La buanderie, représentée sur la fig. 2, a été l'objet d'un soin particulier, avec sa lessiveuse en forme de trèfle. Cette lessiveuse se compose de 4 cuves en métal Monel avec revêtement en émail porcelanique, alimentée en eau chau-

**Conclusions.** — L'emploi logique du chauffage électrique dans la Maison de Demain constitue une nécessité, si l'on veut véritablement inclure dans un projet analogue l'idée de progrès et de confort maximum.

**Progrès à réaliser dans la cuisine électrique.** Cincinnatus. « El. Rev. », 19 oct. 1934, p. 510, 1.600 mots. — L'auteur de cet article étudie quelques dispositions adoptées dans la construction des fourneaux électriques et susceptibles, selon lui, d'entraver le développement de la cuisine électrique parmi la clientèle des réseaux de distribution. Parmi ces dispositions, il mentionne notamment l'emplacement des éléments et des plaques de chauffage dans le four. Il se prononce en faveur d'une meilleure éducation culinaire de la clientèle, ce qui, d'après lui, simplifierait sensiblement la tâche des constructeurs de fourneaux. L'aménagement d'un emplacement pour le four dans les immeubles en construction aurait également d'heureuses répercussions sur le développement de la clientèle. L'entretien et le remplacement des éléments de chauffage pourraient, en outre, être rendus peu coûteux par l'emploi de résistances interchangeable à broches de fixation.

**Une piscine moderne chauffée électriquement.** « B. I. P. », Avril 1935, 14 pages et demie, 2 figures, par A. Berthier, ingénieur à la Cie Electrique de la Loire et du Centre. — Description succincte de la piscine de Saint-Etienne dont le bassin est assez petit : 18 m. x 5 m. et 0 m. 70 à 2 m. de profondeur. Capacité 130 m<sup>3</sup>. L'eau est chauffée par chaudière à circulation de 90 kw. Réglage par thermostat à 23°C. Une manœuvre de vannes permet de brancher cette chaudière sur le circuit des radiateurs à eau chaude. Un chauffe-eau à accumulation de 800 litres fournit l'eau chaude à 90° aux cabines de douche.

Le Gérant : L. LARSON.

CONSTRUCTION DE FOURS  
POUR L'INDUSTRIE ALIMENTAIRE

**Etabliss<sup>ts</sup> Georges POU-DUBOIS & Fils**

*Ingénieurs des Arts et Manufactures*

Tél. : GOBELINS 29-00 5, Avenue Sœur Rosalie - PARIS (13<sup>e</sup>) (Métro : ITALIE)

**FOURS A CHAUFFAGE ELECTRIQUE**

**pour BISCUITERIES**

**PATISSERIES**

**PRODUITS de RÉGIME**

**CONSERVES ALIMENTAIRES**

**à Soles fixes, Soles continues, etc..., etc..., etc...**

Toutes les Applications   
 du Chauffage Electrique

SONT REALISEES PAR

**LE CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE**  
**C I D**

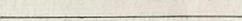
*130, rue du Faubourg Saint-Denis, PARIS*

*Téléphone : NORD 42-61*

CHAUFFAGE DES LOCAUX ET IMMEUBLES

par Accumulation 

 Semi-Accumulation 

 Chauffage direct

ÉQUIPEMENTS INDUSTRIELS

10.000 kilowatts  
d'appareils en service

# LA THERMOSTATIQUE

S. A. R. L. - CAPITAL : 200.000 FR.

36, RUE FONTAINE-AU-ROI - PARIS - XI<sup>e</sup>

TÉLÉPH. : OBERKAMPF 57-78

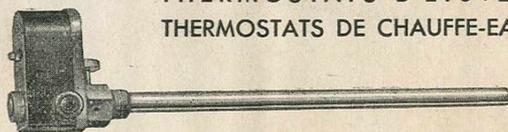
BREVETS "SATCHWELL"

FABRICATION FRANÇAISE

## CONTROLES DE CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE

TYPE  
"W R" 15 A.

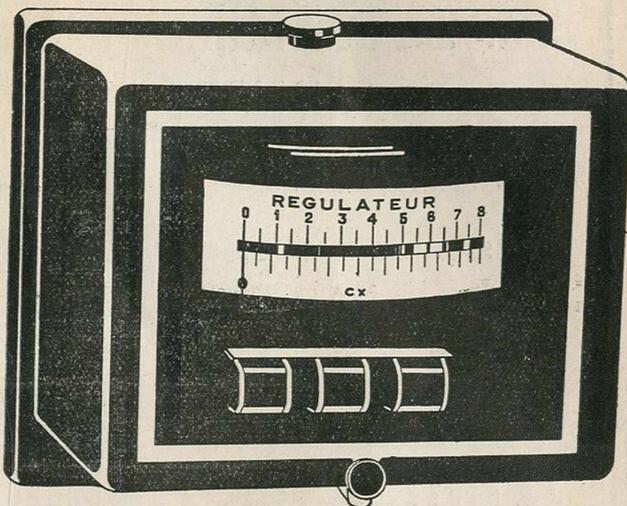
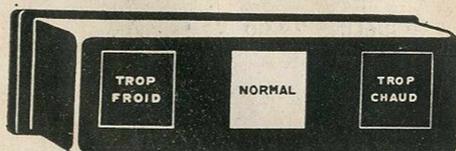
THERMOSTATS D'APPARTEMENT  
THERMOSTATS D'ÉTUVES  
THERMOSTATS DE CHAUFFE-EAU



RELAIS CONTACTEURS 30 AMPÈRES

ENVOI DE CATALOGUES ET PRIX SUR DEMANDE

# CHAUVIN ARNOUX



## RÉGULATEUR DE TEMPÉRATURE

RÉGULATEUR AUTOMATIQUE DE TEMPÉRATURE MAINTENANT  
CONSTANTES LES TEMPÉRATURES ENTRE  $-250^{\circ}$  ET  $+3500^{\circ}$ .  
CET APPAREIL AGIT SUR UN OU PLUSIEURS CIRCUITS, PER-  
METTANT DE RÉALISER TOUS LES DISPOSITIFS POSSIBLES  
DE RÉGLAGES. MODÈLES SPÉCIAUX RÉGLANT AU  $1/10^{\circ}$  DE  
DEGRÉ. DEMANDEZ-NOUS NOTRE NOTICE SPÉCIALE N° 205.

AMPÈREMÈTRE - VOLTMÈTRE - WATTMÈTRE - PHASEMÈTRE - FRÉ-  
QUENCEMÈTRE - MICROAMPÈREMÈTRE - MICROVOLTMÈTRE - MILLIAM-  
PÈREMÈTRE - MILLIVOLTMÈTRE - CAPACIMÈTRE - MICROFARADMÈTRE  
HENRYMÈTRE - ELECTROMÈTRE TACHYMÈTRE OHMMÈTRE A PILE  
OHMMÈTRE A MAGNÉTO - OHMMÈTRE INDEPENDANT DE LA VITESSE  
MÉCOHMÈTRE A MAGNÉTO 0000 Ω - MILLI-OHMMÈTRE - AUDIOM-  
OHMMÈTRE - GALVANOMÈTRE UNIPLOTT - GALVANOMÈTRE A SUS-  
PENSION ÉLASTIQUE - GALVANOMÈTRE A MIROIR - GALVANOMÈTRE  
A ENREGISTREMENT PHOTOGRAPHIQUE - PILE ÉTALON - PONT DE  
WHEATSTONE - PONT DE SAUTY - PONT DE THOMSON - PONT D'AN-  
DERSON - PONT DE ROBINSON - PONT DE MILLER - PONT DE KOHL-  
RAUSCH - PONT A FIL - POTENTIOMÈTRE UNIVERSEL - POTENTIOMÈTRE  
PHYSICO-CHIMIQUE (PH) - GAUSSMÈTRE - PERMÉAMÈTRE - PYROMÈTRE  
A COUPLES - PYROMÈTRE A RÉSISTANCES - PYROMÈTRE OPTIQUE - ME-  
SURES DE TEMPÉRATURE DE  $-250^{\circ}$  A  $+4000^{\circ}$  - THERMOSTAT - ENRÈ-  
GISTREURS DIVERS - RÉGULATEUR AUTOMATIQUE DE TEMPÉRATURE  
APPAREILS SPÉCIAUX POUR T. S. F. - APPAREILS POUR MESURES EN  
HAUTE FRÉQUENCE - TRANSFORMATEURS DE MESURES RELAIS

## LES ACIÉRIES D'IMPHY (Nièvre)

vous adresseront gracieu-  
sement sur demande les  
TABLES EXPÉRIMENTALES  
pour l'emploi de leurs

## Fils de Résistances R N C

Pour les Clients de la Région  
Parisienne un Dépôt est consti-  
tué à notre Siège social :

84, RUE DE LILLE, PARIS (7<sup>e</sup>)

Téléph. : LITTRÉ 81-04

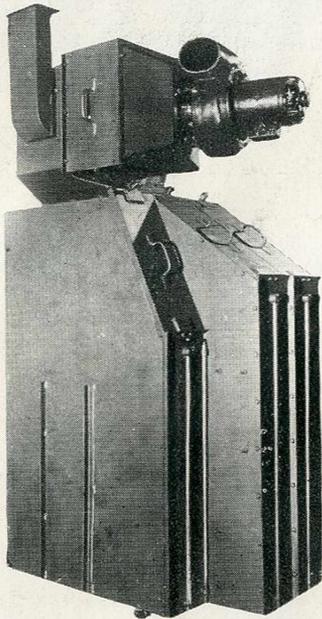
Société Anonyme de COMMENTRY,  
FOURCHAMBAULT & DECAZEVILLE

84, Rue de Lille, PARIS (7<sup>e</sup>)

186-188, RUE CHAMPIONNET  
PARIS (18<sup>e</sup>)



# LE CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE AU SERVICE DE TOUTES LES INDUSTRIES



Groupe de conditionnement d'air

## FOURS A RÉSISTANCES

pour toutes applications

**AUTOCLAVES - CHAUDIÈRES**

**RÉCHAUFFEURS - BATTERIES**

de liquides

à basse et haute tension  
pour le chauffage de l'air  
et des gaz

**CUVES**

**ÉTUVES - RADIATEURS - PRESSES**

**CHAUFFAGE CENTRAL - CLIMATISATION**

**RÉGULATION AUTOMATIQUE**

Transformation des installations de chauffage par le gaz,  
le mazout, le charbon, etc...

150.000 KILOWATTS D'APPAREILS EN SERVICE

Cie Auxiliaire d'Entreprises Électromécaniques

**E. DAMOND & C<sup>ie</sup>**

26, Rue des Annelets - PARIS (19<sup>e</sup>)

TÉLÉPHONE  
BOT. 75-14

# FOURS ÉLECTRIQUES ÉCONOMIQUES ET ROBUSTES

C<sup>ie</sup> F<sup>se</sup> WILD-BARFIELD, 110, Avenue Michel-Bizot - PARIS-12<sup>e</sup>

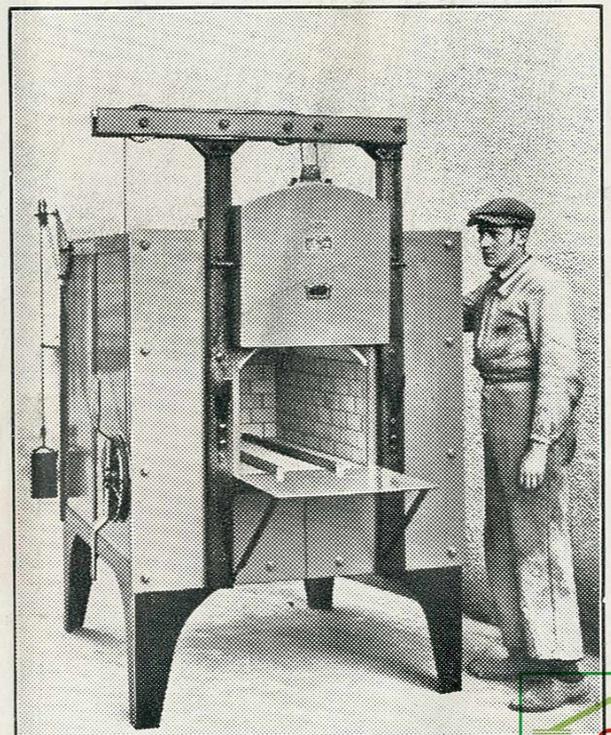
## FOURS ÉLECTRIQUES BOREL

RECUIT  
TREMPE  
CÉMENTATION  
REVENU  
CÉRAMIQUE  
ÉMAILLAGE  
INCINÉRATION  
ÉTUVES

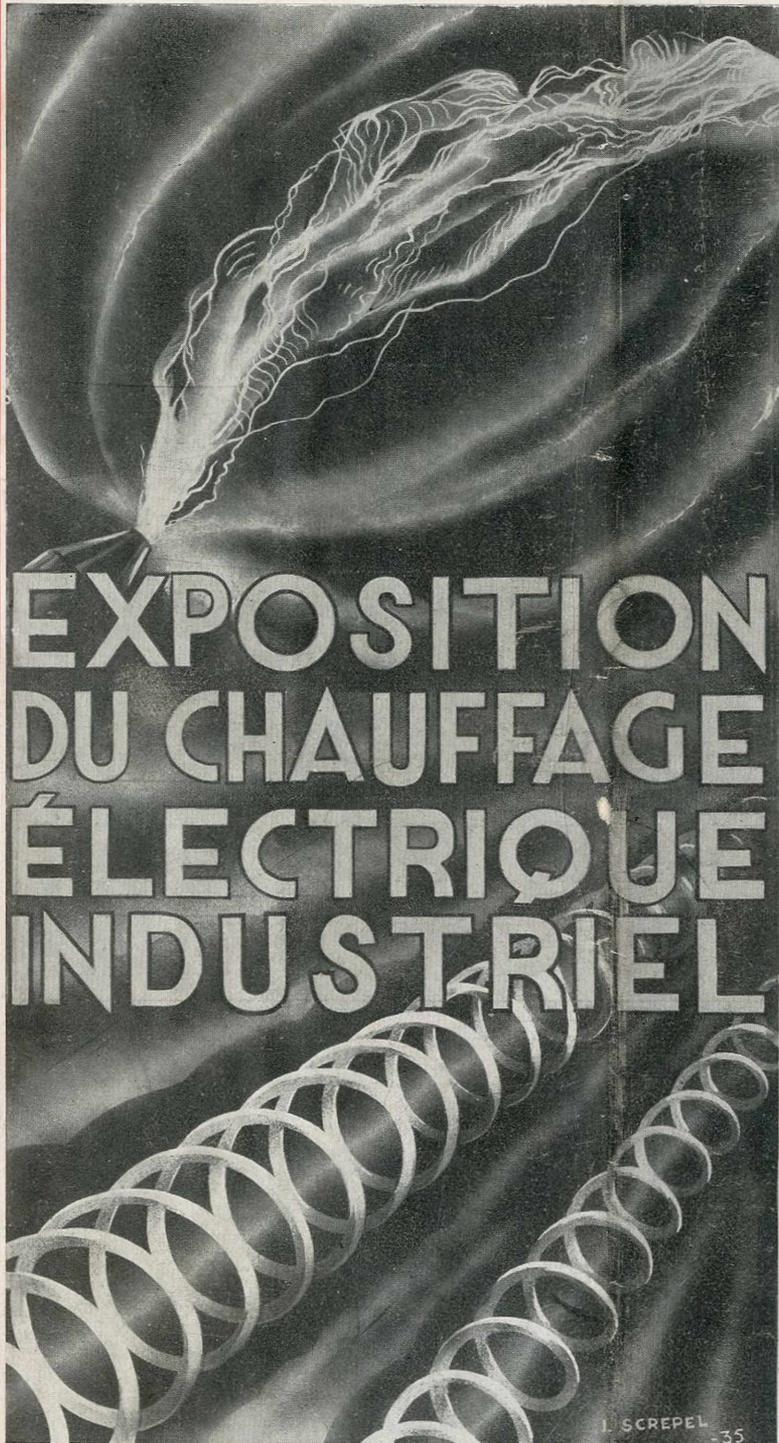
Régulateurs de Température

## ÉLECTRO-SOUDURE

16, r. de la Baume, PARIS-8<sup>e</sup>. - Tél. Elys. 98-93 & 94



Four à tremper, recuire et cémenter



FOIRE DE PARIS

— du 18 Mai au 3 Juin —

Terrasse B  
Quartier 18  
N° 1.800 à 1.814

## FOURS - ÉTUVES & TOUS APPAREILS

Fusion  
Traitements thermiques  
Finitions diverses  
Cuissons, Séchages  
et Chauffages industriels  
Grande cuisine  
Soudure électrique  
Industries diverses

## ACCESSOIRES

Electrodes  
Résistances chauffantes  
Régulateurs de température  
Réfractaires

## DOCUMENTATION TECHNIQUE

## ARC - RÉSISTANCE INDUCTION

Exposition organisée sous l'Egide de la  
STÉ pour le DÉVELOPPEMENT DES  
APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ  
**APEL**

33, rue de Naples - PARIS

FOIRE DE PARIS  
1935

IMP. DES CAISSES D'ÉPARGNE. - PITHIVIÈRES.

