

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note	À partir de février 1943, le titre devient "Science et Vie". La bibliothèque du Cnam ne possède pas de collection, la numérisation a été faite grâce au prêt de la collection privée de M. Pierre Cubaud.

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 35. n. 143. Mai 1929
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1929
Collation	1 vol. (LXVI p.-p.[347]-435) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 143
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.143

France et Colonies : 4 fr.

N° 143. - Mai 1929

LA SCIENCE ET LA VIE



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires



le Servo Graissage Central

se monte en 24 heures sur la plupart des voitures. Il permet d'effectuer un graissage restreint ou abondant, à volonté, aussi bien sur la route qu'à l'arrêt. Une fois installé il n'y a plus à s'occuper de lubrifiant ou de réservoir à remplir.

Documentez-vous sur cet accessoire que vous aurez un jour ou l'autre sur votre voiture et faites-vous établir un

Devis

sans engagement de votre part en vous recommandant de cette revue



TÉCALÉMIT

18 Rue Brunel Paris
tel. Carnot 30-65 (4 lignes)

2

Par retour du courrier, nous envoyons gratuitement, à tout automobiliste en faisant la demande, un devis d'installation pour sa voiture et notre brochure descriptive en couleurs.

ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

PLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT
152, avenue de Wagram, 152 — Paris-17^e
 J. GALOPIN, *, Q I, Ingénieur-Directeur — 25^e Année

Cours sur place : Théorie (Rentrée le 5 octobre et le 5 novembre)

Enseignement par correspondance (Admission à toute époque)
COURS PAR CORRESPONDANCE EN LANGUE RUSSE

Section Industrielle

Diplômes d'Apprentis, Ouvriers, Contremaîtres, Dessinateurs, Conducteurs, Sous-Ingénieurs, Ingénieurs.

ÉLECTRICITÉ

Electricité générale, construction, production, installation, hydro-électricité, métropolitain, chemins de fer, tramways, entretien d'usines.

T. S. F.

P.T.T. - Marine de guerre - Marine marchande - 8^e Génie - Aviation - Industrie - Amateurs.

MÉCANIQUE

Atelier, machines à vapeur, moteurs à pétrole, à gaz, Diesel, automobile, aviation, machines frigorifiques, entretien d'usines, machines marines, locomotives. Filature et Tissage.

BATIMENT

Construction métallique, en béton armé, en bois, en maçonnerie - Architecture - Chauffage central - Métré.

TRAVAUX PUBLICS

Entreprises privées - Grandes sociétés - Géodésie, topographie, levés divers, métré.

COMMERCE

Employés, comptables, sténos-dactylos, experts comptables, ingénieurs et directeurs commerciaux - Banque - Bourse.

AGRICULTURE

Chefs de culture, mécaniciens agricoles, directeurs de domaine, ingénieurs d'agriculture.

MÉTALLURGIE - MINES

Installation, production, conduite.

CHIMIE

Toutes les spécialités de la chimie.

Section Administrative

PONTS ET CHAUSSÉES

Elèves ingénieurs de travaux publics de l'Etat, adjoints techniques, divers emplois de la Ville de Paris, agents voyers, génie rural, mines.

MARINE DE GUERRE

Sous-officiers mécaniciens et de pont, élèves officiers mécaniciens et de pont, ingénieurs mécaniciens, apprentis mécaniciens, T.S.F., etc.
 Ecole du génie maritime.

MARINE MARCHANDE

Officiers mécaniciens, capitaines, élèves officiers, commissaires, officiers radios - Admission sur le navire-école *J.-Cartier* - Ingénieurs mécaniciens de réserve - Constructions navales.

CHEMINS DE FER

Piqueurs, dessinateurs, mécaniciens, chefs de dépôt, de district, électriciens, ingénieurs, etc.

AVIATION

Militaire : Admission comme mécanicien, examen de bourse de pilotage, élèves officiers.
Civile : Emplois de mécanicien-pilote, chef de station, agent technique, ingénieur adjoint et élève ingénieur. - Navigateur aérien. - Radiotélégraphiste civil ou militaire.

ADMINISTRATIONS DIVERSES

Manufactures (mécaniciens, vérificateurs), ministère des finances (douanes, poids et mesures, contributions, trésoreries, banques, etc.). - P.T.T.

ARMÉE

Admission au 8^e génie, au 5^e génie dans l'aviation, etc. Cours d'élèves officiers et d'E.O.R. - Tous les emplois militaires des réformés et retraités. Agents civils militaires (*emplois nouvellement créés*).

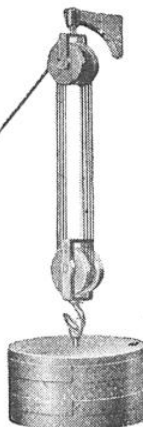
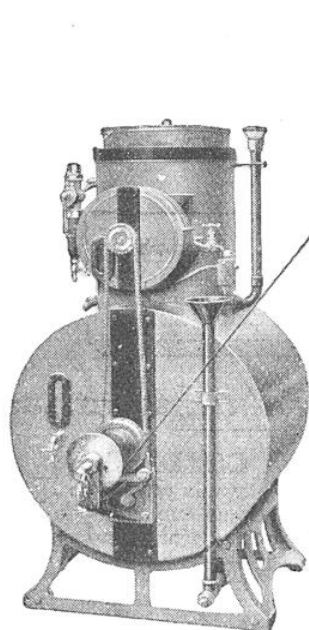
UNIVERSITÉ

Brevets, baccalauréats, licences, grandes écoles.

COLONIES

Emplois administratifs des colonies et emplois commerciaux et industriels dans le Génie colonial.

PROGRAMME N° 807 GRATIS. - ANNUAIRE DES ANCIENS ÉLÈVES : 10 FR.



DU GAZ comme à Paris !!!

AVEC

LE GÉNÉRATEUR "GAZALAIR"

Breveté S.G.D.G.

qui fabrique automatiquement et sans surveillance
du véritable gaz
produit à froid et instantanément par évaporation
d'essence.

Rien de commun avec les appareils sous pression

La plus grande simplicité - La plus grande sécurité

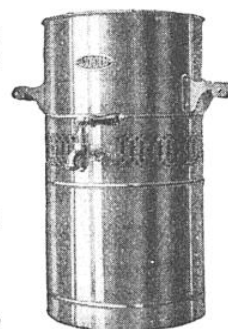
Immédiatement, vous aurez de l'eau bouillante

AVEC

LA BOUILLOIRE A CAPACITÉ FIXE "LA SORCIERE"

Brevetée S.G.D.G.

fonctionnant sans installation, sans pression
d'eau, sans brûleur spécial.



Economie de gaz garantie de 50 0/0

Voir description de ces deux appareils dans le présent numéro

ENVOI FRANCO des NOTICES et PRIX COURANTS à toute demande se référant
de *La Science et la Vie*.

Etablissements Lucien BRÉGEAUT

CONSTRUCTEUR BREVETÉ, 55, rue de Turbigo, PARIS-3^e

SUCCURSALE à NICE, 1, rue Chauvain (près du Casino Municipal)

A la FOIRE DE PARIS — Stands 6.572-74-76-78 — rue du Chauffage
TERRASSE F — QUARTIER 65

VOUS DEVEZ ACHETER VOTRE APPAREIL DE

PHOTO RADIO PHONO

PAYABLE en 12 MENSUALITÉS et AU COMPTANT au PHOTO-HALL

Tous appareils garantis en stock. Vente de disques avec facilités de paiement

CATALOGUES PHOTO-RADIO-PHONO FRANCO SUR DEMANDE



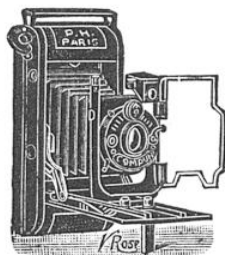
PORTATIF "GRAMO"

Gramophone portatif facile à transporter en voyage et donnant une fidèle reproduction de toutes les notes de la gamme. Le moteur passe tous les disques de 30 centimètres. Le couvercle contient 6 disques de 25 centimètres.

PRIX du Portatif n° 101 :

1.000 frs

ou 12 mensualités de **89 frs**



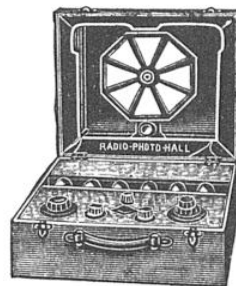
ICARETTE "ZEISS"

Appareil photographique pliant, entièrement métallique, utilisant les bobines de pellicules $6\frac{1}{2} \times 11$ ou les plaques 6×9 . Il est muni d'un objectif TESSAR ZEISS IENA F: 4,5 monté sur obturateur COMPUR.

PRIX de l'Icasette $6\frac{1}{2} \times 11$:

1.385 frs

ou 12 mensualités de **123 frs**



MALLETTE "MARSA"

Appareil de T. S. F. 6 lampes, changeur de fréquence permettant de recevoir sans installation les concerts européens. Tous les accessoires de première marque (accu DININ, lampes PHILIPS, pile WONDER) sont contenus dans une élégante mallette gainée.

PRIX de la mallette Marsa :

1.740 frs

ou 12 mensualités de **154 frs**

RADIO-
PHONO- **PHOTO-HALL** 5, rue Scribe
PARIS-OPÉRA

CATALOGUE GRATUIT

TOUS SPORTS & JEUX - CAMPING

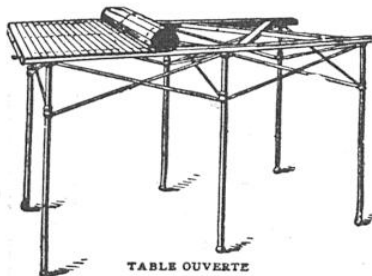


TABLE OUVERTE

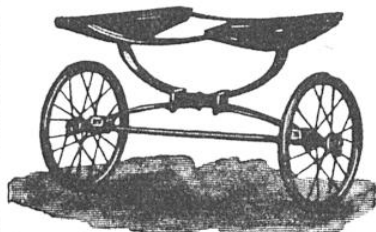


TABLE FERMÉE

La CAMPIGNETTE, à 4 pieds, pour 4 personnes (dimensions : $65 \frac{1}{2} \times 67 \frac{1}{2}$; hauteur, $67 \frac{1}{2}$), croisillons hêtre, dessus roulant en bois verni **175. »**

La même, à 6 pieds, pour 6 personnes (dimensions : $1^m 20 \times 67 \frac{1}{2}$). **Prix** **300. »**

Housse toile cachou, pour dito. **50. »**



CHARIOT à 2 lames pour canoës démontables, nouveau modèle pouvant porter jusqu'à 70 kilos, avec bandages pleins ordinaires **120. »**

Le même, avec jantes à talons, bandages à alvéoles **150. »**

Chariot à 3 lames, jantes à talons, bandages à alvéoles Ducasble... **210. »**



SIÈGE pliant pour le camping (modèle breveté S. G. D. G.), pouvant supporter sans rupture plus de 250 kilos. Construit en bois verni 1^{er} choix. Montage et démontage très simples. Encombrement réduit après pliage.

Pliant sans dossier. Poids 1 kg 100 ; dimensions fermé : $55 \times 7 \times 6 \frac{1}{2}$. **35. »**

Chaise avec dossier. Poids 1 kg 500 ; dimensions fermée : $76 \times 10 \times 6 \frac{1}{2}$. **49. »**

Grand choix d'autres modèles en magasin, depuis **12.90**



PROPULSEUR amovible
« Johnson » Baby.
 $1 \frac{1}{2}$ c. v., 11 kilos,
spécial p^r canoës.
3.750

Grand choix en magasin : Lutetia, Motogodille, Elto, etc.



Bouteilles isolantes

« THERMOS »

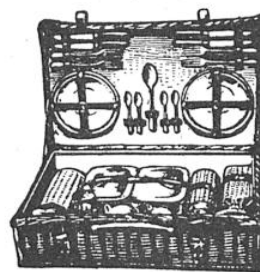
Contenance :

$\frac{1}{4}$ litre $\frac{1}{2}$ litre

25. » 30. »

1 litre

44. »



PANIER pique-nique. Vannerie fine, forme basse. Intérieur entièrement doublé moleskine toutes teintes, contenant 2 boîtes à vivres émail, 1 flacon clissé, 1 beurrier faïence, tasses décorées, verres clissés, salière, poivrière, tire-bouchon, assiettes et sous-tasses décorées, couteaux, cuillers, petites cuillères et fourchettes argentées.

2 couverts **420. »**

4 couverts **595. »**

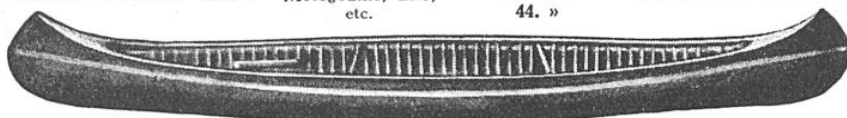
Autres modèles, depuis **115. »** jusqu'à **1.445. »**



RÉCHAUD de camping tout en cuivre nickelé, se composant d'une casserole à anses pliantes avec couvercle, d'une grille ajourée formant support, d'une lampe à alcool, le bol comportant deux trous d'aération de sécurité, bouchon fileté. Pour le transport, la grille et la lampe sont logées dans la casserole, réduisant ainsi l'encombrement. Hauteur $75 \frac{1}{2}$, diamètre $110 \frac{1}{2}$. **45. »**

STABILITÉ

LÉGÈRETÉ



CONFORT

SOLIDITÉ

CANOË genre INDIEN « SAFETY MEB » pour le sport, la promenade, établi d'après des modèles de canoës indiens et construit en acajou de tout 1^{er} choix. Livré avec 2 sièges fixes cannés, sans accessoires. $4^m 40$, **1.925. »** ; $4^m 70$, **2.000. »**
En magasin, grand choix d'autres modèles

MESTRE & BLATGÉ 46-48, avenue de la Grande-Armée
— et 5, rue Brunel, PARIS —

Tout ce qui concerne l'Automobile, la Vélocipédie, l'Outillage, les Sports et la T.S.F.

Catalogue S.V. : SPORTS ET JEUX, 496 pages, 8.000 gravures, 25.000 articles ; franco : 5 francs

Catalogue ACCESSOIRES AUTOS S.V., 1.132 pages, 12.000 gravures, 60.000 articles ; franco : 10 francs

AGENCES : **Marseille**, 136, cours Lieutaud, et 63, rue d'Italie ; **Bordeaux**, 14, quai Louis-XVIII ; **Lyon**, 82, avenue de Saxe ; **Nice**, rues Paul-Déroulède et de Russie ; **Nantes**, 1, r. du Chapeau-Rouge ; **Alger**, 30, boulevard Carnot ; **Lille**, 18, rue de Valmy ; **Dijon**, 11, boulevard Sévigné et 20, rue Mariotte ; **Nancy**, 24-26, avenue du XX^e-Corps.

LE RADIO-PORTABLE

VITUS

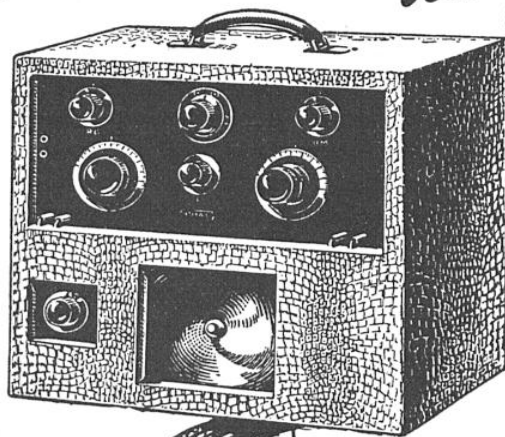
**LE RÉCEPTEUR
DE VOTRE SALON**

UN POSTE TRANSPORTABLE
PLUS GRACIEUX QU'UNE VALISE
LE RADIO PORTABLE
SANS ANTENNE NI CADRE
SANS AUCUN ACCESSOIRE EXTÉRIEUR
GARANTIT LA RÉCEPTION
PARFAITE DES ÉMISSIONS
EUROPÉENNES
RÉGLAGE INSTANTANÉ

Vitus 90, RUE DAMRÉMONT - PARIS
DEMANDEZ NOTICE, GRATUITE - CATALOGUE LUXE F° 2 FR\$

18 LA GRANDE PIERRE

*Voici le poste
que la nouvelle longueur de F.L.
ne gêne pas*



Au coin du pont d'Iéna,
à 200 mètres de la Tour,
j'ai entendu, pendant le
concert de la Tour,
l'émission de Daventry
sans aucune interfé-
rence ni sifflement.

Constat du 5 janvier 1929.

L'Europe
en haut-parleur,
sans cadre
ni antenne

Complet :
2.000 francs

LES POSTES DE T.S.F.

PHAL

9. RUE DARBOY. PARIS

ÉTUDES CHEZ SOI

Vous pouvez faire chez vous, sans déplacement, à peu de frais, en utilisant vos heures de loisirs, et avec autant de profit que si vous suiviez les cours d'un établissement d'enseignement oral, des études complètes conformes aux programmes officiels de

L'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE

et de **L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE.**

Les programmes de l'*Ecole Universelle par correspondance de Paris*, la plus importante du monde, embrassent les **classes complètes** de ces deux ordres d'enseignement.

Si vous avez déjà fait des études primaires ou secondaires, vous pouvez en obtenir la consécration officielle en vous préparant chez vous à subir à bref délai, avec toutes les chances de succès, les examens des

BREVETS et BACCALAURÉATS.

Vous pouvez vous préparer, dans les mêmes conditions, aux concours d'admission aux

GRANDES ÉCOLES

et à tous les concours d'accès aux

CARRIÈRES ADMINISTRATIVES.

L'efficacité des cours par correspondance de

l'Ecole Universelle

PLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

est garantie par des **MILLIERS DE SUCCÈS** aux divers examens et concours publics.

L'*Ecole Universelle* vous adressera **gratuitement** et par retour du courrier celles de ses brochures qui vous intéressent. Vous y trouverez des renseignements complets sur toutes les études et carrières:

Brochure n° 2501 : *Classes primaires complètes* (Certificat d'études, Brevets, C.A.P., Professorats, Inspection primaire);

Brochure n° 2511 : *Classes secondaires complètes, Baccalauréats, Licences* (Lettres, Sciences, Droit);

Brochure n° 2520 : *Toutes les Grandes Ecoles spéciales* (Agriculture, Industrie, Travaux publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies);

Brochure n° 2526 : *Toutes les Carrières administratives* (France, Colonies);

Brochure n° 2544 : *Langues vivantes* (anglais, espagnol, italien, allemand, portugais, arabe, espéranto);

Brochure n° 2549 : *Orthographe, Rédaction, Rédaction de lettres, Versification, Calcul, Calcul extra-rapide, Dessin, Ecriture*;

Brochure n° 2557 : *Carrières de la Marine marchande*;

Brochure n° 2566 : *Solfège, Piano, Violon, Flûte, Saxophone, Accordéon, Harmonie, Transposition, Composition, Orchestration, Professorats*;

Brochure n° 2571 : *Arts du Dessin* (Dessin d'illustration, Caricature, Composition décorative, Aquarelle, Travaux d'agrément, Figurines de modes, Peinture, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire, Métiers d'art et professorats);

Brochure n° 2581 : *Les Métiers de la Coupe et de la Couture* (petite main, seconde main, première main, vendeuse, vendeuse-retoucheuse, représentante, modéliste, coupeur, coupeuse);

Brochure n° 2585 : *Journalisme* (Rédaction, Fabrication, Administration); *Secrétariats*.

Ecrivez aujourd'hui même à l'Ecole Universelle. Si vous souhaitez, en outre, des conseils spéciaux à votre cas, ils vous seront fournis très complets, à titre absolument gracieux et sans aucun engagement de votre part.

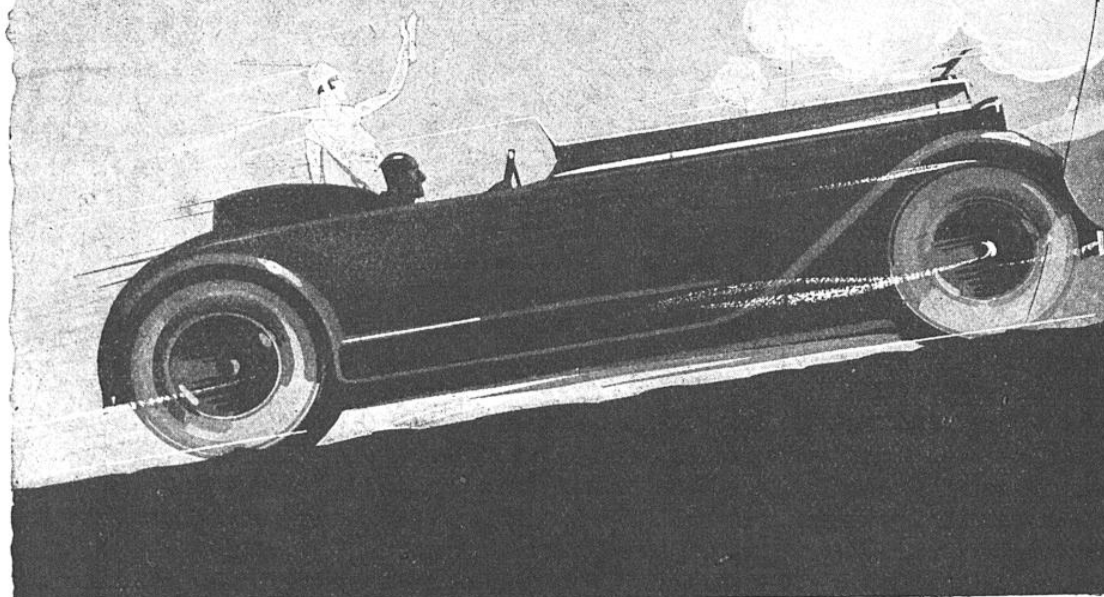
ÉCOLE UNIVERSELLE, 59, boulevard Exelmans, PARIS-16

VOICI LE PRINTEMPS:

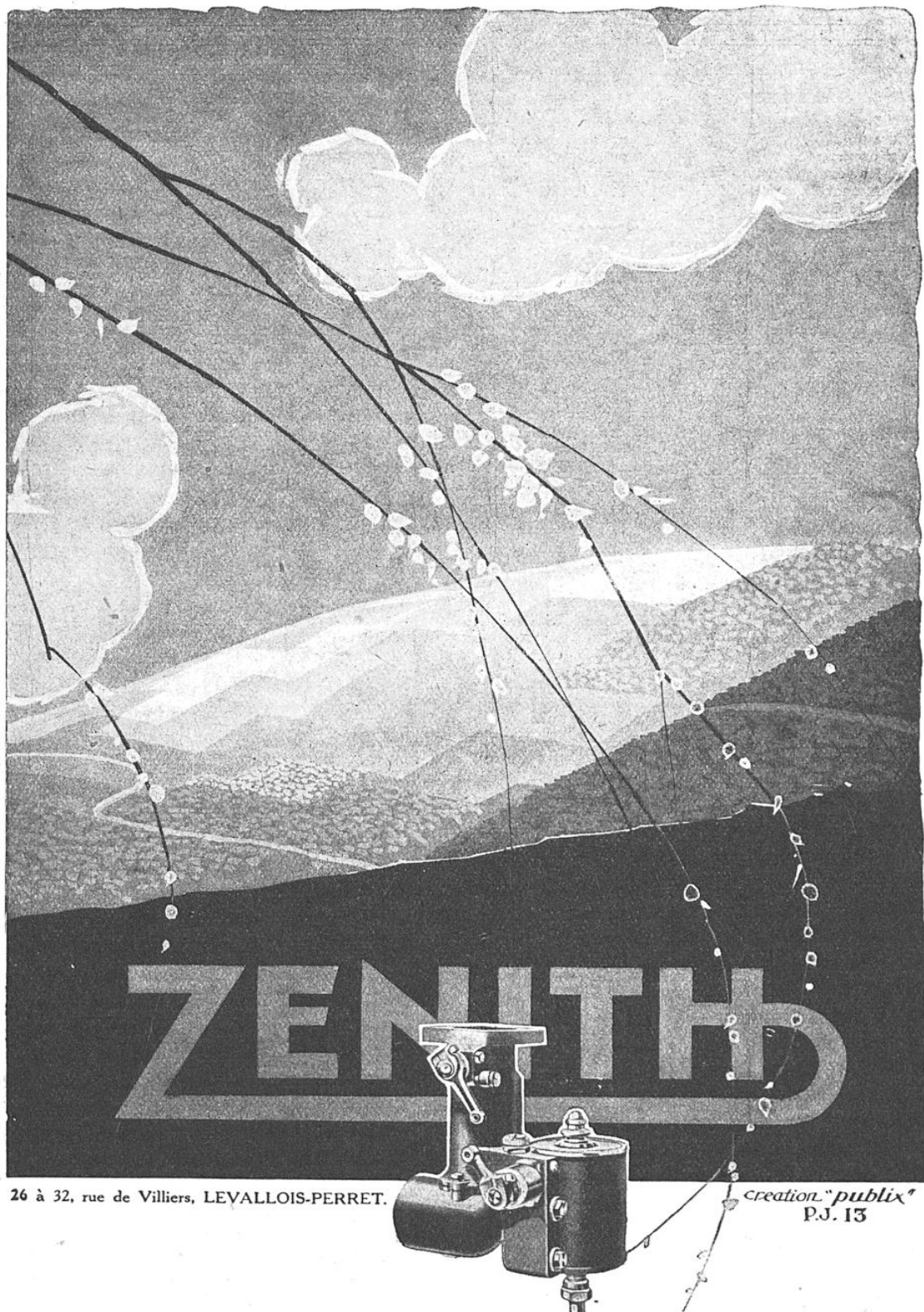
la saison de beauté,
des énergies nouvelles,
de la joie de vivre.

Printemps aussi
pour votre moteur
s'il est rajeuni
par un

CARBURATEUR ZÉNITH



Société du CARBURATEUR ZÉNITH, 39 à 51, Chemin Feuillat, LYON.



26 à 32, rue de Villiers, LEVALLOIS-PERRET.

creation "publix"
P.J. 13

La Carrière de Commissaire-Contrôleur des Assurances privées ⁽¹⁾

Les Sociétés d'assurances contre les accidents du travail, les Sociétés d'assurances sur la vie, les Entreprises de capitalisation, les Sociétés d'épargne, les Sociétés d'assurance « natalité et nuptialité », les Entreprises de réassurance, sont soumises au contrôle et à la surveillance de l'Etat.

Le service du Contrôle des Assurances privées est rattaché au Ministère du Travail.

A sa tête est placé un Directeur, ayant sous ses ordres, d'une part, des fonctionnaires constituant le Contrôle Central et, d'autre part, des Commissaires-Contrôleurs, chargés du contrôle au siège des Sociétés surveillées.

Attributions. — Rôle des Commissaires-Contrôleurs

Les Commissaires-Contrôleurs vérifient la caisse, les valeurs en portefeuille, les écritures comptables, les situations financières annuelles (profits et pertes de l'exercice et bilan). Ils examinent les contrats d'assurance délivrés, le calcul des primes et des réserves mathématiques, la régulière application des lois, décrets et des statuts qui régissent les Sociétés, et sont appelés à faire des enquêtes en conformité des ordres qu'ils reçoivent.

Ils rendent compte, par des rapports, de leurs vérifications et des résultats de leurs enquêtes, mais ils n'assument aucune responsabilité quant à la gestion des Sociétés, le Ministre seul pouvant prescrire les redressements nécessaires. Ils sont assermentés et appelés quelquefois, plutôt rarement, à verbaliser.

Ils ne sont pas tenus à des heures régulières de bureau au Ministère, ils doivent seulement prendre contact périodiquement avec le Contrôle Central. Ils font leurs vérifications, sauf le cas d'urgence, à leur heure et jouissent, à cet égard, de la plus grande indépendance.

Ils sont accrédités pour une période déterminée auprès d'un certain nombre de Sociétés et, pendant toute la durée de leur accréditation, ils peuvent se présenter au siège social pour y effectuer leurs vérifications et leur contrôle, après avoir présenté, lors de la première visite, leur lettre d'accréditation.

Intérêt présenté par la carrière de Commissaire-Contrôleur

Le plus grand nombre des Sociétés d'assurances contrôlées ont leur siège à Paris. Les Commissaires-Contrôleurs résident donc à Paris ou dans sa banlieue (Seine et Seine-et-Oise, ce qui rend le logement facile) et ne sont pas soumis, au cours de leur carrière, à ces changements de résidence si onéreux pour les fonctionnaires, surtout à l'époque actuelle.

Ils ne sont en rapport qu'avec les employés supérieurs des Sociétés, et l'accomplissement de leur mission les met progressivement au courant de la technique et de la pratique des affaires, ce qui peut leur permettre, dans l'avenir, d'envisager la possibilité d'accéder à des situations importantes.

Les Sociétés qui ont leur siège en province sont contrôlées, une ou deux fois par an, par des Commissaires-Contrôleurs qui y sont envoyés en mission. Ces Sociétés sont réparties entre les divers Contrôleurs en service, de sorte que cet envoi en mission ne comporte pas une absence prolongée. Dans la pratique, elle peut varier d'une semaine à un mois au plus. Ces missions, qui sont effectuées, en général, à la belle saison, constituent plutôt une diversion au Contrôle parisien qu'une obligation pénible. Pour ces déplacements, les Contrôleurs ont droit au remboursement des frais de transports en 1^{re} classe et à une indemnité journalière, fixée actuellement à 42 francs, mais qui sera sans doute relevée prochainement.

Congés

Les Commissaires-Contrôleurs jouissent, tous les ans, d'un congé payé d'un mois.

Retraite

Ils bénéficient des avantages des pensions civiles (loi du 14 avril 1924), au même titre que les fonctionnaires de l'Etat. Le droit à pension est acquis à 60 ans d'âge, après 30 ans de service.

En résumé, la situation du Commissaire-Contrôleur est caractérisée par une grande indépendance, un traitement élevé dès le début de la carrière, susceptible d'une augmentation rapide (2), et par l'acquisition de connaissances techniques et financières très appréciées dans le monde des affaires.

Traitements. — Indemnités (2). — Conditions d'admission et Programme

Age exigé. — Avoir plus de 25 ans et moins de 35 ans le jour du concours.

Pour les candidats, la limite d'âge est prolongée d'une durée égale aux services militaire ou civil antérieurs et sans toutefois pouvoir dépasser 40 ans.

Diplômes. — Aucun diplôme n'est demandé.

Autres conditions. — a) Etre Français ;

b) Pour les candidats du sexe masculin, avoir satisfait à la loi militaire ;

c) Subir un examen médical devant un médecin assermenté pour établir l'aptitude physique du candidat ou de la candidate.

Matières demandées (3)

(1) La plus belle carrière, ouverte aux hommes et aux femmes, qui existe en France. (Début : une trentaine de mille francs). Pas de diplôme exigé, mais aptitudes mathématiques indispensables. Ecrire, d'ailleurs, à l'Ecole Spéciale d'Administration, 4 rue Férou, Paris (6^e).

(2) La carrière vaut au début une trentaine de mille francs et une fin d'une cinquantaine de mille, non compris les suppléments divers que les Commissaires Contrôleurs sont susceptibles de faire à titre privé, en dehors de leurs heures de travail.

(3) Ecrire à l'Ecole Spéciale d'Administration, 4, rue Férou, Paris (6^e).



adresses différentes à l'heure

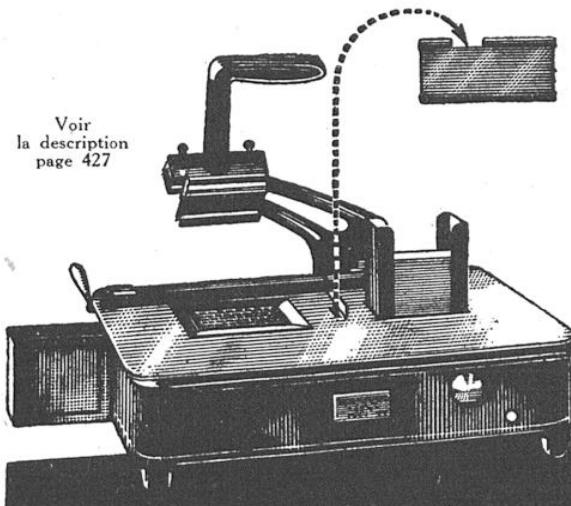
automatiquement
sans fatigue
sans erreurs
sans omissions

ADRESSOPRESSE

16, rue de la Station, 16 — COURBEVOIE (Seine)

Téléphone : DÉFENSE 09-01

Voir
la description
page 427



FOURNISSEUR de l'ÉTAT
des P. T. T.

du "Journal Officiel"
du "Temps"

du Crédit National

de la Régie du Gaz de Bordeaux

de Michelin

de Cadum

de l'Urbaine et la Seine

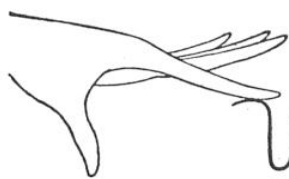
de Grains de Vals, etc.

CATALOGUE GÉNÉRAL S 1 GRATUIT

AGENTS GÉNÉRAUX

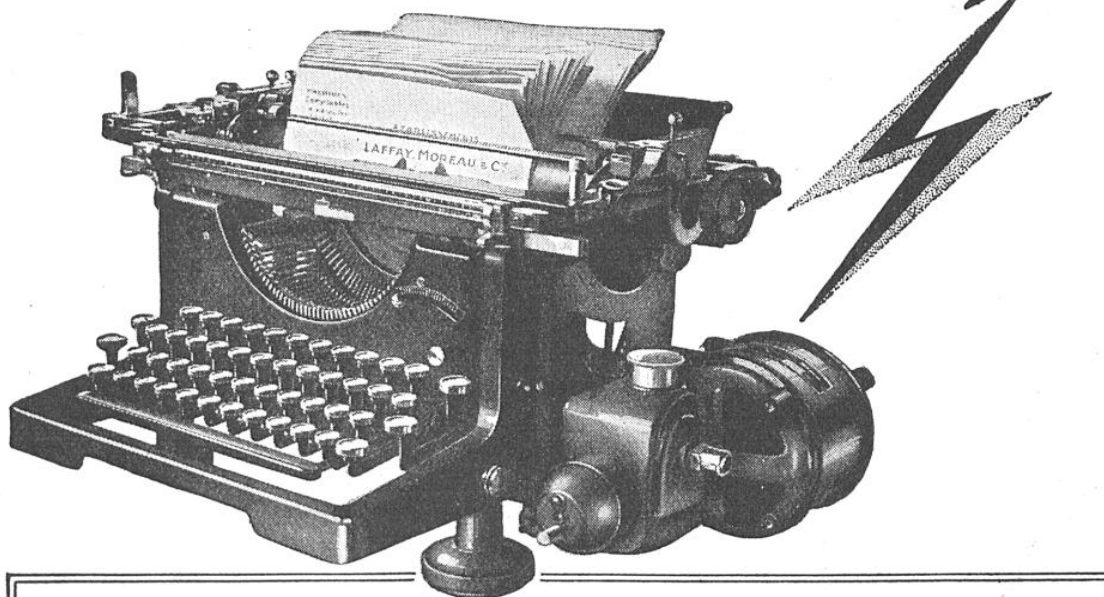
demandés pour la France et l'Etranger

PUB. JOSSE & GIORGI



Une légère pression
sur les touches...

LE MOTEUR FAIT LE RESTE



5_10_12_15_20 copies à la fois

à la vitesse maximum de votre dactylographe, avec une **frappe et une lisibilité uniformes** pour chaque lettre, depuis l'original jusqu'à la dernière copie; **aucune fatigue** pour l'opératrice, à laquelle la machine ne demande qu'une légère pression sur les touches: la frappe, l'interlignage, les majuscules et le retour du chariot étant commandés électriquement. Telle est la **MERCÉDÈS ÉLECTRIQUE**.

DEMANDEZ UNE DÉMONSTRATION GRATUITE A DOMICILE, AUX

Etablissements LAFFAY, MOREAU & C^{ie}

(Département "MACHINES A ÉCRIRE"), 164, rue Montmartre, PARIS (Tél.: Louvre 43-52)

MERCÉDÈS ÉLECTRIQUE

Tout le monde aujourd'hui peut apprendre en peu de temps le Dessin.

VINGT CARRIÈRES FRUCTUEUSES S'OUVRENT A QUI SAIT DESSINER

LA technique du dessin n'est plus une science abstraite nécessitant des dons particuliers ou un apprentissage interminable. La méthode A. B. C. permet à tous ceux qui la suivent de devenir rapidement et avec une facilité inouïe de très bons dessinateurs.

La réputation mondiale de l'Ecole A. B. C. vous est certainement familière, mais ce que vous ne connaissez pas, c'est l'originalité de son enseignement. Avez-vous déjà travaillé le dessin ? Hésitez-vous à vous spécialiser dans un genre particulier ou désirez-vous apprendre à faire de bons croquis ? Incontestablement, vous pouvez obtenir ces résultats en suivant la méthode enseignée par l'Ecole A. B. C.

Rien ici de mystérieux. La méthode

appliquée par l'Ecole A. B. C. utilise tout simplement l'habileté graphique que vous avez acquise en apprenant à écrire et vous permet ainsi d'exécuter, dès votre première leçon, des croquis fort expressifs, d'après nature. Vous serez étonné de la rapidité des résultats que vous assurera cette manière d'apprendre

et de travailler le dessin. Toutes les difficultés du début sont éliminées. Même si vous n'avez jamais tenu un crayon, quels que soient votre âge, votre lieu de résidence, vous pouvez, dès maintenant, suivre les cours, par correspondance, de l'Ecole A. B. C.

En dehors des leçons traitant du dessin en général, vous pouvez vous spécialiser dans le genre de dessin qui vous intéresse plus particulièrement : croquis, paysage, caricature, illustration de livres et journaux, dessins d'annonces, affiches, décoration, mode, etc...

ALBUM OFFERT GRATUITEMENT

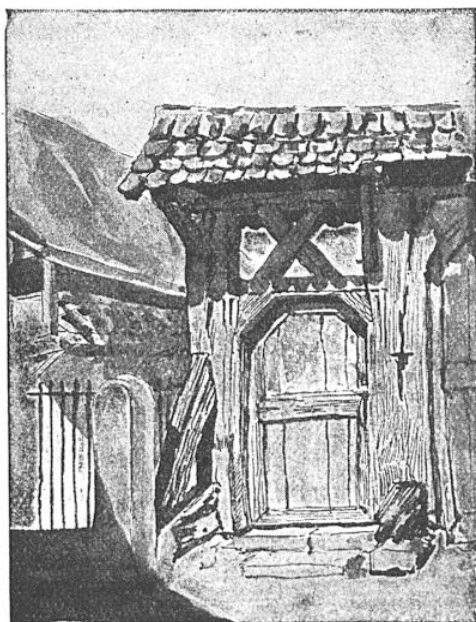
Un album, luxueusement édité, entièrement illustré par nos élèves, contenant tous les renseignements désirables sur le fonctionnement et le programme du cours ainsi que les conditions d'inscription, est envoyé gratuitement et franco à toute personne qui nous en fait la demande.

N'hésitez pas à réclamer cet album, qui vous sera envoyé aussitôt.

Ecole A. B. C. de Dessin (Studio A5)
12, rue Lincoln (Champs-Élysées), PARIS



Croquis à la plume de notre élève M.F.M., à son huitième mois d'études.



Étude au crayon, rehaussée de lavis, exécutée par notre élève, M^{lle} G. R., à sa septième leçon.

Il serait découper la maison toute entière..



que découper dans le zinc tous les objets qui, entrant dans la construction et l'aménagement de l'habitation moderne, nécessitent à la fois :

1° Une **adaptation parfaite**, par les couleurs et les formes, à toutes les exigences de l'art moderne ;

2° Une **très longue durée** et une **résistance exceptionnelle** aux attaques de l'humidité, de l'eau et des buées ;

3° Un **prix** particulièrement **modique**.

Les récentes applications du Zinc dans ce sens sont insoupçonnées du public ; elles vont de la statue et des vases de style aux revêtements émaillés des murs, des matériaux couvrants ou décoratifs de la toiture à ceux du lassin du jardin, du plafonnier et du luminaire au cache-radiateur ajouré, etc., etc...

Ces réalisations magistrales de modèles absolument inédits en couleurs et en style ont fait du

COMPAGNIE ROYALE ASTURIENNE DES MINES

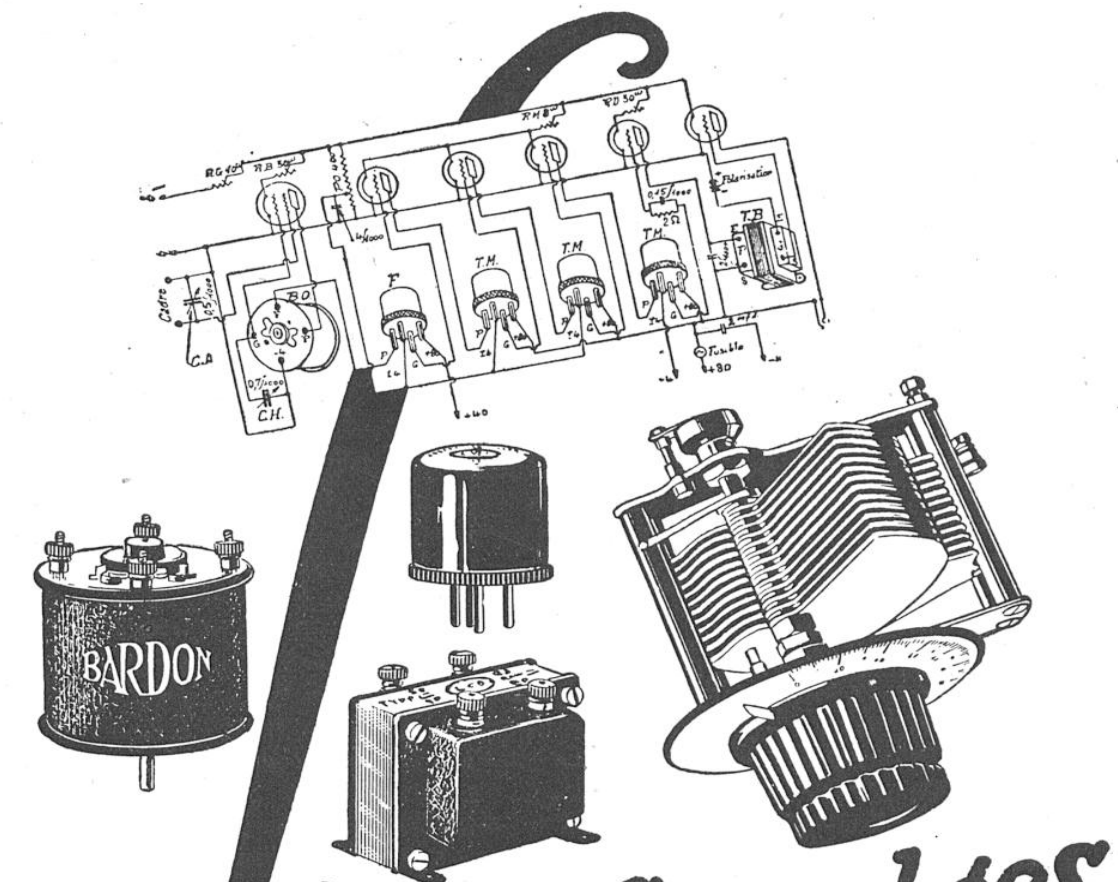
1, rue du Cirque
PARIS

le premier matériau complet

Téléphone :
ÉLYSÉES 51-37
51-38, 51-60
INTER : 33

Dépositaire de LA DÉCORATION MÉTALLIQUE

PUB. WILLES



*schémas
et pièces détachées*

BARDON

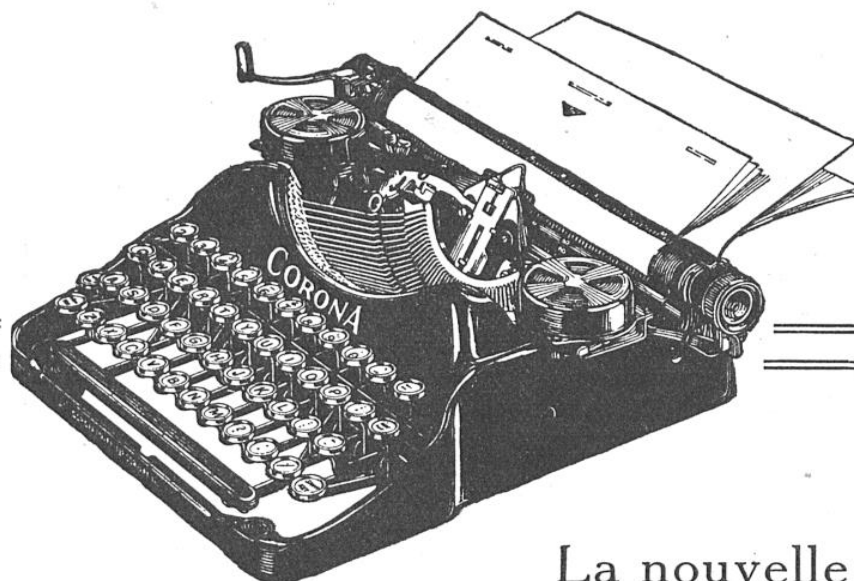
*donnent
satisfaction*

Vous pouvez monter vous-même
un récepteur

"SUPERHÉTÉRODYNE"
à 5, 6 ou 7 LAMPES
avec nos bleus de montage et nos
pièces détachées, dont tous les
amateurs apprécient le rendement.

Franco sur demande schéma de
principe et de montage et devis.

Établissements BARDON
61, Boulevard Jean-Jaurès, CLICHY
Téléphone : Marcadet 63-10, 63-11



La nouvelle

CORONA

portative en écrin-valise

Clavier à quatre rangs de touches

(2 signes par touche)

rend tous les services
d'une grosse machine à écrire

ÉMAILLÉE COULEUR AU CHOIX

PRIX MODIQUE -- GRANDES FACILITÉS DE PAIEMENT

20 ans de références

Catalogue franco sur demande

La Compagnie Real

59, rue de Richelieu, 59 - PARIS-2°

Gutenberg 15-15
Gutenberg 01-23

Dans votre intérêt, recommandez-vous toujours de *La Science et la Vie* auprès de ses annonceurs.



Votre parquet sera toujours
brillant comme une glace
grâce à la

CIREUSE ÉLECTRIQUE BIRUM-LUTRA

Chacun sait que pour faire briller un parquet, il faut le frotter dans le sens du bois. Chacun sait également que plus on appuie sur la brosse, plus le résultat est vite obtenu et meilleur il est.

Enfin, chacun sait encore qu'une bonne cireuse ne doit pas être trop encombrante pour pouvoir passer facilement entre les meubles.

Ce sont ces simples préceptes du bon sens qui nous ont guidés dans la conception de la cireuse BIRUM. Elle est robuste, lourde, peu encombrante, et elle travaille dans le sens du bois.

La cireuse électrique
BIRUM-LUTRA supprime { la paille de fer
le chiffon de laine
..... et la fatigue

En vente dans les Grands magasins et chez tous les électriciens.
Notice et démonstration sur demande adressée à

LUTRA

19, Rue de Londres - PARIS (9^{me})
Agents demandés pour tous pays.

L'ASPIRATEUR de POUSSIÈRES
BIRUM

est aussi un auxiliaire indispensable pour l'entretien de la maison. La grande surface de sa toile filtrante rend possible une aspiration très énergique. Seul, il possède une ventouse articulée passant sous les meubles de 5 cm. de haut. Il permet de nettoyer rapidement et dans les meilleures conditions d'hygiène : tapis, rideaux, tentures, matelas, vêtements, meubles capitonnés, bibliothèques, etc., etc...

Notice spéciale sur demande.

Le passé répond de l'avenir

250.000 INOXYTYS vendus en cinq mois

INOXYTYL

Le stylo à remplissage automatique, à plume en acier inoxydable, pointe durcie.

12 fr. 50

FRANCO
FRANCE ET COLONIES
contre
virement chèque postal ou
mandat-poste.

ÉTRANGER
15 fr.



POURQUOI

dépenser des sommes folles pour un porte-plume réservoir, qui se perd ou se détériore avec une très grande facilité ?

Il peut arriver un accident à votre INOXYTYL, vous pouvez le perdre ; il vous en coûtera 12 fr. 50.

S'il arrive un accident à la plume, coût : 1 fr. 50.

**L'INOXYTYL, COMME LE PROGRÈS,
A L'AVENIR POUR LUI !**

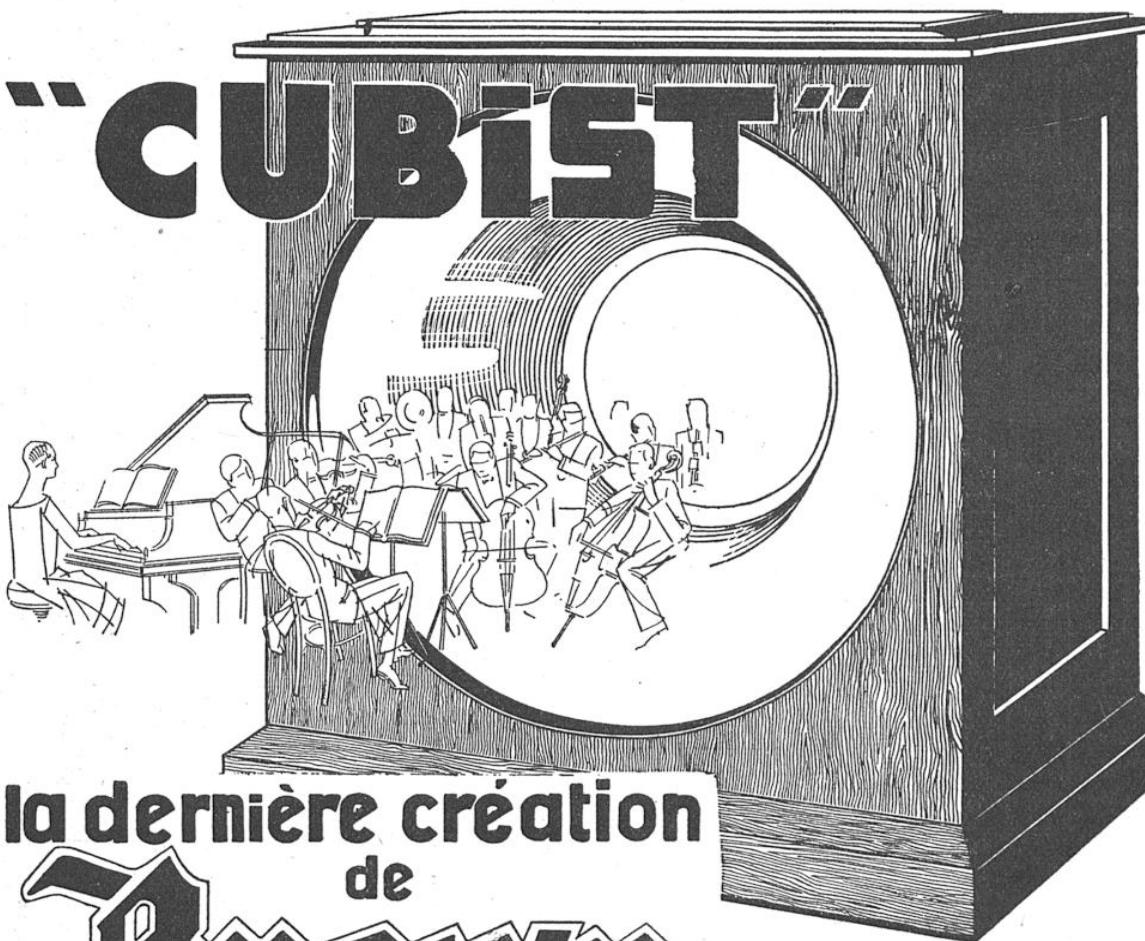
SERTIC

12, rue Armand-Moisant - PARIS-XV^e

Chèque postal : PARIS 737.30

**vous n'avez rien entendu
si vous n'avez pas entendu
le nouveau "haut-parleur"**

"CUBIST"



**la dernière création
de**

Brown

B-27

Système breveté "moving coil"

S.G. BROWN LTD LONDON

E. FROCK

NOTICE spéciale pour l'adaptation à la T.S.F. et CATALOGUE général envoyés à toute personne se recommandant de *La Science et la Vie*.

S. E. R. BROWN, 12, rue Lincoln, 12 — PARIS (VIII^e)

L'eau sous pression "chez soi" par la pompe rotative à vis **HELIBLOC- -ELVA"**

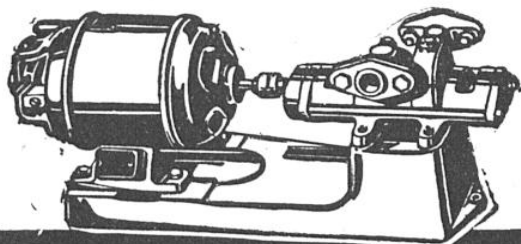
aspirante et foulante

**GROUPES ÉLECTRO
ET MOTO-POMPES
POMPES A MAIN**

- pour toutes applications -
domestiques ou industrielles,
produits chimiques, etc., etc...

NOTICE SPÉCIALE n° 10 envoyée gratuitement

— Voir description dans ce numéro —

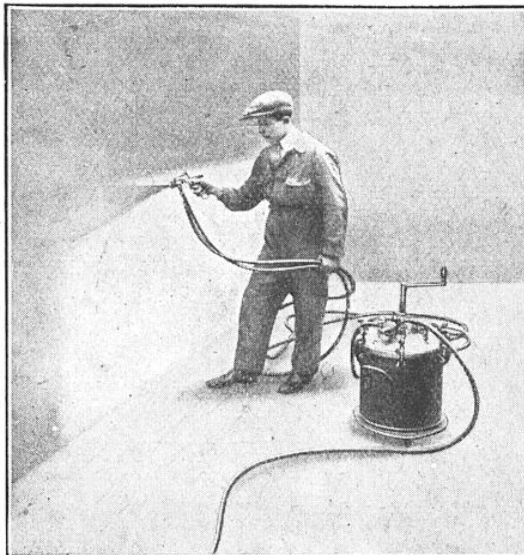


POMPES & MACHINES "ELVA"

10, rue du Débarcadère, Paris. 17^e

PUB. JOSSE & GEORGI

LA PEINTURE PNEUMATIQUE A LA PORTÉE DE TOUS



LES étonnants résultats obtenus par les procédés de peinture à l'air comprimé ou « au pistolet », pour la peinture d'automobiles, meubles et tous objets manufacturés, ainsi que des habitations, ouvrages d'art, usines, etc..., ont nécessité la création de machines à peindre parfaitement adaptées à chacun des cas envisagés.

DE VILBISS

la grande firme spécialiste, a mis au point une gamme complète d'appareils, des plus simples aux plus perfectionnés, correspondant aux besoins des industriels, entrepreneurs et même des amateurs.

Désignez sur le bulletin ci-joint, par une croix, la catégorie d'appareils qui vous intéresse, et envoyez le bulletin à l'adresse indiquée; vous recevrez, par retour, tous renseignements et, sur votre demande, visite d'un agent de **De Vilbiss**, spécialiste de la Peinture pneumatique.

SOCIÉTÉ ANONYME DE VILBISS

14 bis, rue Chaptal - LEVALLOIS-PERRET

Veuillez (sans aucun engagement de ma part) me renseigner sur vos :

- ☐ Machines pour entrepreneurs;
- ☐ Installations pour peinture d'autos;
- ☐ Installations pour peinture de meubles;
- ☐ Installations pour industries diverses;
- ☐ Appareils pour amateurs.

Signature :

Le Pelmanisme

correspond à ce que je cherchais obscurément depuis longtemps, et je regrette de ne l'avoir pas connu il y a quinze ou vingt ans, car je considère une bonne discipline mentale comme un précieux facteur de vie prospère et heureuse.

VOUS allez lire cette attestation ; vous les lirez toutes. Toutes, et bien d'autres, sont à votre disposition à nos bureaux, 33, rue Boissy-d'Anglas, Paris-8^e.

Vous deviendrez ensuite, comme nos correspondants, un fougueux Pelmaniste et, comme eux, vous nous adresserez bientôt l'hommage de votre satisfaction.

Tous les exercices du Cours Pelman sont pour moi un divertissement très agréable, et je commence déjà à ressentir les bienfaits de cette méthode dans mon travail quotidien. Le Pelmanisme correspond à ce que je cherchais obscurément depuis longtemps, et je regrette de ne l'avoir pas connu il y a quinze ou vingt ans, car je considère une bonne discipline mentale comme un précieux facteur de vie heureuse.

F. G. V. 1989, doctoresse en médecine, 38 ans, 5 novembre 1928.

Je suis sorti premier de l'école dont je suivais les cours, et ce brillant résultat, qui doit avoir sur ma carrière une influence très heureuse, est tout à l'honneur de la Méthode Pelman, dont j'ai déjà pu apprécier l'excellence.

F. K. V. 705, officier de marine, 26 ans, 18 novembre 1928.

Je n'ai que des compliments à vous faire pour les profits que je commence à retirer de votre enseignement. A partir du 1^{er} janvier 1929, je vais occuper un emploi qui me procurera une majoration immédiate de 75 % sur mes salaires actuels, sans compter d'autres avantages futurs, mais certains.

F. B. V. 2747, comptable, 27 ans, 19 décembre 1928.

Le retard apporté à vous envoyer ma dernière feuille d'exercices est dû à la préparation d'un examen de mathématiques générales, auquel j'ai été reçu grâce à votre méthode, j'en suis profondément convaincu. Cet examen était pour moi d'une grande importance, et, malgré mes efforts, j'avais déjà échoué trois fois de suite.

D. V. 2026, étudiant, 24 ans, 26 novembre 1928.

Le système Pelman a été pour moi un excellent stimulant, dont j'avais grand besoin. J'ai appris :

- 1^o A mieux utiliser mes loisirs ;
- 2^o A mieux organiser mon travail ;
- 3^o A me méfier des rêveries inutiles et à diriger l'esprit vers des buts plus intéressants et plus réels ;
- 4^o A me décider, à n'être plus hésitant des semaines entières sans oser prendre de décision ;
- 5^o A "lire" et à tirer un meilleur parti de mes lectures ;
- 6^o J'ai développé chez moi la force de volonté ;
- 7^o J'ai vaincu en grande partie ma timidité ;
- 8^o J'ai réappris à concentrer ma pensée, habitude que j'avais perdue ;
- 9^o Je me sens plus fort, plus sûr de moi.

Les progrès sont surtout très marqués en ce qui concerne les points 6, 7, 8 et 9.

F. B. 2520, sous-directeur de tissage, 30 ans et demi, 11 octobre 1928.

Le Cours Pelman a précisé, affermi et précieusement complété la connaissance que j'avais des principes qui doivent régir une vie humaine : conception nette d'un idéal à la fois élevé et approprié aux moyens et aux besoins de chacun, intérêt vif et soutenu attaché à ce but, pratique méthodique et allègre des moyens de l'atteindre, c'est-à-dire : hygiène et culture physique quotidiennes ; présence active à la vie ; observation éveillée, curieuse, réfléchie, tendant toujours à imaginer et à réaliser quelques progrès ; lecture conduite à la façon d'une enquête ; fréquentation du monde avec une assurance tranquille et mesurée ; utilisation féconde des loisirs par leur bonne organisation ; autosuggestion optimiste.

F. G. 1625, directeur d'Ecole Normale, 44 ans, 27 août 1928.

En faisant mon examen de conscience, je me suis dit : combien de regrets ne me serais-je pas évités si j'avais commencé dix ou quinze ans plus tôt le Cours Pelman. Je m'en console toutefois, puisqu'il me permet encore des avantages ; ainsi, dans mon entourage, on a constaté que j'avais fait des progrès, ma volonté s'est accrue, ainsi que ma puissance de travail. Celle-ci me semble devenir naturelle. Je fais facilement ce qui me paraissait pénible avant, et j'ai obtenu des succès matériels. Je goûte la joie de mes efforts et j'espère encore mieux dans la suite. Le subconscient est très efficace comme l'autosuggestion d'ailleurs.

F. C. 2156, chef d'escadron, 54 ans, 12 mai 1928.

Je profite de la circonstance pour vous dire tout mon contentement de votre méthode. Bien qu'au début de l'étude, j'en ai déjà retiré un très grand profit moral et matériel. Mon travail, mieux ordonné, est moins fatigant. Les décisions sont plus sûres et plus promptes. L'observation s'est notablement améliorée et la mémoire développée. Enfin, j'en arrive à considérer le travail comme un sport agréable et la vie comme digne d'être vue sous un angle optimiste.

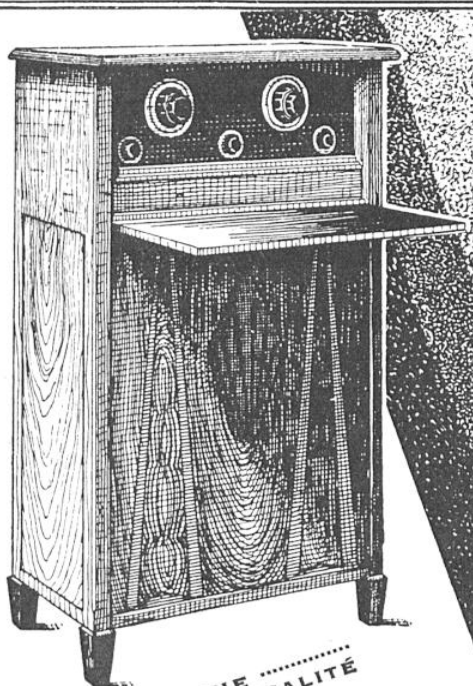
F. J. 916, négociant, 45 ans, 21 novembre 1928.

Je profite de l'occasion pour vous signaler que plusieurs personnes, n'ayant aucune attache entre elles, m'ont déclaré spontanément avoir remarqué en moi un changement radical tout à mon avantage ; leurs déclarations non provoquées concordant dans les grandes lignes, je manquerais à la plus élémentaire gratitude si je ne vous adressais dès à présent mes plus sincères remerciements.

F. B. V. 2747, comptable, 25 ans, 22 août 1928.

Un grand avantage du cours est qu'il se donne par correspondance ; chacun peut ainsi travailler chez lui. Une demi-heure par jour suffit.

A quoi passez-vous vos loisirs ? A lire n'importe quoi, à "rêvasser" ? Organisez votre vie. Vous savez que vivre est une lutte continuelle, mais vous vous refusez toujours à reconnaître que votre principal adversaire, celui qui "vous tire le plus facilement dans les jambes", c'est *vous-même*. Voilà l'ennemi qu'il faut dompter. Le Pelmanisme vous en donne les moyens ; par là, il vous révèle tous les secrets du succès. Profitez-en.



..... GARANTIE
D'ART ET DE MUSICALITÉ
ARODYNE
Ensembles radiophoniques de luxe
7 lampes, en meubles de style.

.....
AROPHONE
Ensembles radiophoniques com-
prenant un pick-up avec amplificateur
électrique combiné avec un **ARODYNE**
8 lampes.

MEUBLES DE STYLE

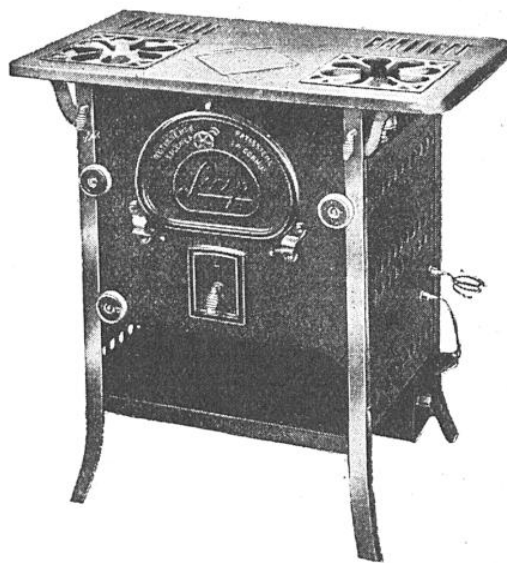
ARODYNE
GABRIEL GAVEAU ET C^e
RADIOPHONIE

Envoi de l'album de luxe n° 6
adressé **gratuitement** pour
toute demande faite aux

ÉTABLISSEMENTS
GABRIEL GAVEAU
55-57, avenue Malakoff
PARIS-XVI^e

"SÉCIP"

cuisinière - rôtissoire
au pétrole gazéifié



**permet de cuisiner
comme au gaz de ville**

C'est la seule cuisinière à pétrole montée
avec le four "**LA CORNUE**", réputé pour
la cuisson parfaite et sans surveillance des
rôtis, pâtisseries fines, plats gratinés, etc...
Elle fonctionne au pétrole ordinaire, gazéifié
par les brûleurs. Ni bruit, ni odeur, ni fumée.

DÉPOSITAIRES :

ANGLETERRE. Expert Marketing Co Ltd, 19, Cur-
sitor Street, London E.C. 4 — PORTUGAL. Mr. Vir-
gilio Lory, 13, Praça Dos Restauradores, Lisboa.
— AFRIQUE DU NORD. Départements d'Oran et
d'Alger. Société Progrès et Confort, 9, rue Miche-
let, Alger. — Département de Constantine et Tu-
nisie. M. Curie, 17, rue Broca, Tunis. — EGYPTE.
M. Nicolas Marin, Port-Saïd. — RÉP. ARGENTINE.
M. Isozaga Co, Calle Carella 1189, Buenos-Aires.

Notice illustrée et références autographes franco.

BARDEAU 16, rue du
Président-Krüger
COURBEVOIE (Seine)

La Science et la Vie n'accepte que de la PUBLICITÉ SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE.

OFFICE TECHNIQUE DE PUBLICITÉ



PERCEUSE

R.V.

TYPE FC 2

Ne pèse que 5 Kgs. et perce des trous de 15^{mm} dans l'acier.

PARIS-XII^e
RENÉ VOLET

ING. E.C.P. ET E.S.E.
20, avenue Daumesnil, 20
Téléph. : Diderot 52-57
Télégrammes :
Outilervé-Paris

MAGASINS DE VENTE :
LILLE
Société Lilloise
RENÉ VOLET

(S. A. R. L.)
28, rue du Court-Debout
Téléph. : n° 58-09
Télégr. : Outilervé-Lille

BRUXELLES
Société Anonyme Belge
RENÉ VOLET

34, rue de Laeken, 34
Téléph. : n° 176.54
Télégrammes :
Outilervé-Bruxelles

LONDRES E.C. 1
RENÉ VOLET

LIMITED
242, Goswell Road
Ph. Clerkenwell : 7.527
Télégrammes :
Outilervé Barb-London

AGENTS : ESPAGNE, S. A. M. Fenwick, Bruch 96 y Aragon 314, Barcelone. — HOLLANDE, N. V. v. h. B. Pfaltzer, Spui 12, Gebouw Eensgezindheid, Amsterdam. — ITALIE, S. A. Italiana Fratelli Fenwick, 1, Via San Anselmo, Turin. — TCHÉCOSLOVAQUIE, V. Weiss, Stresovice 413, Prague. — AFRIQUE DU NORD, A. Georgier, 7, Rue Drouillet, Alger. — MADAGASCAR, L. Teillier, Avenue Granddier, Tananarive. — INDOCHINE, Poinard et Veyret, Comptoirs d'Extrême-Orient, Saigon, Phnom-Penh, Haiphong, Hanoi. — AUSTRALIE, Messrs Gerard & Goodman, 14-16, Synagogue Place, Adélaïde. — JAPON, Kobe : Alsot-Brissaud et Cie, Tokiwa Bg, n° 30, Akashi-Machi. — CANADA, The Dominion Machinery Supply Co Ltd, 177, Wellington Street, Toronto, Ontario. — MEXIQUE, Clement Z., 28, Avenida Morelos, Mexico. — CHILI, Simon Hermanos, Santo Domingo, 1107, Santiago. — GRÈCE, P. M. C. O' Caffrey, 4, Aristides St., Athènes. — HONGRIE, « Adria » V. Vaci-Ut, 24, Buda-pest V. — NORVÈGE, O. Houm, Skippergaten, 4, Oslo. — POLOGNE, Polskie Towarzystwo Dla Handlu Z Francja, Ks Skorupki, 8, Varsovie. — YOUgoslavie, L. Piedzicki, Strahinitcha Bana, 42, Belgrade. — PORTUGAL, Joao Felix da Silva Capucho, 121, Rua de S. Paulo, 129 Lisbonne. — SUISSE, Arthur-V. Paget, 8, boulevard de Grancy Lausanne. — CALCUTTA, The Oriental Electric & Engineering Co, 19, Bow Bazar Street, Calcutta. — MADRAS, The Automobile & Accessories Co Ltd., Mount Road, Madras. — BIRMANIE, Messrs Stewart Raeburn & Co., Rangoon.

C.A.S.É.

SOCIÉTÉ ANONYME

Capital porté de 3 millions 500.000 fr.
à 6 millions 500.000 fr.

Groupe convertisseur électromagnétique "SUTRA"

Brevet S.G.D.G.

Brevet S.G.D.G.

Système THOMAS-ROBERT (Ing^r E. S. E.)

L'alimentation des postes de T. S. F. constitue le gros souci des sans-filistes. Le Groupe convertisseur "SUTRA" résout victorieusement le problème par

DES PROCÉDÉS NOUVEAUX

et, moyennant une SEULE DÉPENSE, libère pour tous jours d'ennuis et de frais périodiques.

Il alimente à 4-40-80-160 volts.

Il ne contient ni produit chimique ni liquide; il est donc durable et dispense de toute recharge, comme de tout entretien. — Il se branche directement sur le secteur, à l'aide d'une simple prise de courant. — Il est inclus dans une boîte unique facilement transportable; il supprime donc l'encombrement d'accessoires nombreux.

Il permet l'alimentation des postes les plus sensibles, sans aucun roulement, car: il maintient la proportionnalité des diverses tensions, plaques et filaments, indépendamment de l'état et de la nature de charge du réseau; il isole du secteur les circuits du poste; il diminue, par une série de dispositifs spéciaux brevetés, tous les parasites d'alimentation.

MODÈLES COMMERCIAUX

Le groupe convertisseur "SUTRA" peut se construire à la demande pour toutes puissances et pour toutes tensions. Les modèles de série comprennent actuellement deux types principaux:

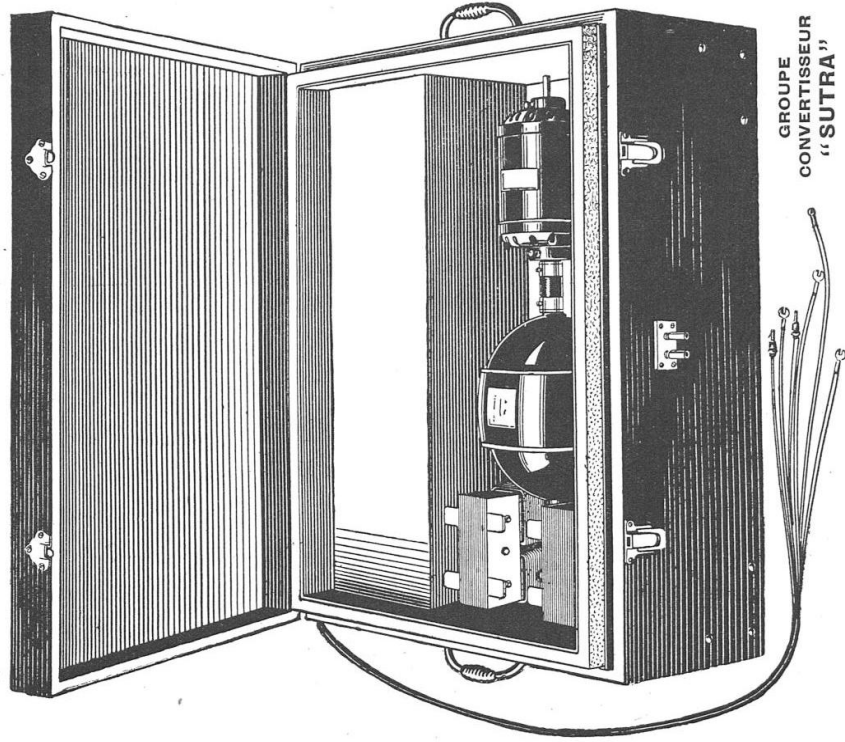
	MODÈLE "STANDARD"	GRAND MODÈLE
APPLICATIONS	pour Postes radiophoniques de 6 ou 7 lampes micro Amplificateurs pick-up de moyenne puissance	pour Grands postes radiophoniques Ampl. pick-up de puissance
CARACTÉRISTIQUES	TENSION INTENSITÉ	TENSION INTENSITÉ
Chauffage	4 volts 40 » 80 » 160 »	4 volts 40 » 80 » 160-200 v.
Plaques	0,5 ampère 5 milliampères 10 » 20 »	1 ampère 5 milliamp. 10 » 100-120 milli.
PRIX	950 fr.	3.500 fr.

Succursales: LONDRES E.C. 4, 10-12, Ludgate Hill - BERLIN S.O. 16, Deutsche Sutra Ges^h Rugenstrasse, 19

PRINCIPAUX AGENTS DÉPOSITAIRES Etabl^s SARADIO, 39, rue de Gand, Lille (Nord). - Etabl^s M. BOISSEAU, 8-10, rue Colbert, Troyes (Aube). - ELECTRO-OFFICE, 33, rue Saint-André, Nantes (Loire-Inférieure). - Fabriques LUGDUNUM, 24, rue Lanterne, Lyon (Rhône). - Etabl^s OPTICAL, 3, rue des États-Unis,

78, rue Fondary, 78 — PARIS (15^e arrond^t)

LA PLUS IMPORTANTE FABRICATION D'ACCESSOIRES DE T. S. F.



GRUPE
CONVERTISSEUR
"SUTRA"

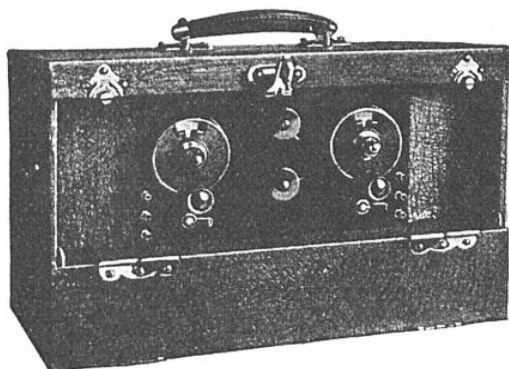
MODE D'EMPLOI. — Le poste radiophonique étant en position d'allumage, manœuvrer l'interrupteur du groupe, cédé à l'élément; les filaments s'allument et le poste fonctionne normalement. — Pour arrêter le poste, manœuvrer l'interrupteur du groupe, cédé à l'élément; les filaments s'éteignent et le poste est arrêté.

Appareil. La consommation est minime: elle avoisine, pour le modèle Standard, celle d'une lampe de 50 bougies.

Canas (Alpes-Maritimes). - Gabriel FAVRET, 24, rue du Petit-Bois, Chardaille (Ardennes). - G. COANET, 15, rue de Serre, Nancy (Meurthe-et-Moselle). - PONTON & CRAMEON, 4, place St-Nicolas, Roubaix (Nord). - LOUTIL, 19, rue de Colmar, Bordeaux (Gironde). - J.-R. LAGASSE, 27, rue d'Alsace-Lorraine, Toulouse (Haute-Garonne). - Marcel TESTE, 1, rue Lamoricière, Alger. - Maison MURA, 78-80, rue Louis-Hip, Bruxelles (Belgique). - Hannibal MADSEN, Slenegade 1, Copenhagen (Danemark). - Sébastien LUSTAU, 55, Apartado Correo, Melilla (Maroc espagnol). - J. BLUM, 1, rue Theophil-Otoni, Rio-de-Janeiro (Brésil). - Juan PONS BARON, Cortes 350, Barcelone (Espagne).

UNIQUE EN T.S.F. Les meilleurs résultats ■ La plus grande satisfaction

→ **Un Poste VALISE complet à forte alimentation**
ne mesurant que **39 × 23 × 19 cm.** et ne pesant que **9 kg. 5...!**
et donnant le **MAXIMUM** de **PUISSANCE**, de **SENSIBILITÉ**, de **SÉLECTIVITÉ**



C'EST
**LE MICRODION-MODULATEUR
MINIMAX**

Bloc récepteur à 5 lampes
pouvant utiliser
la "Série merveilleuse" **PHILIPS**

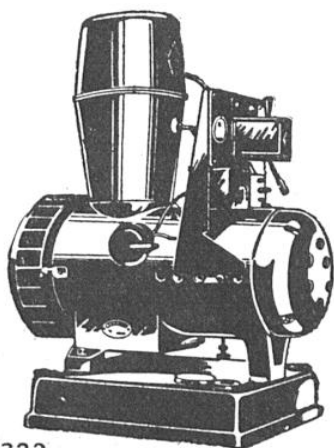
Se place aussi dans un meuble du style désiré

CATALOGUE complet des récepteurs MICRODION
de une à six lampes et accessoires 2 fr.
NOTICE MINIMAX 0.50

Si la **TOUR EIFFEL** vous gêne,
prenez un **Micro-Trieur**, quel que soit le poste employé (soit sur cadre -
soit sur antenne)

Etabl^{ts} Horace HURM 14, rue Jean-Jacques-Rousseau, **PARIS-1^{er}**
Fondés en 1910 Créateur du Poste Valise en 1921 Entre la Bourse du Commerce et le Louvre (à l'entresol)
Tél. : Gutenberg 02-05

L'ELECTRIFIÈRE RENAULT



3322

met à la portée de chacun la possibilité
d'éclairer sa ferme ou sa maison de
campagne. Robuste et simple, cet appareil
ne nécessite que le minimum d'entretien
et de dépense.

dimension d'encombrement :

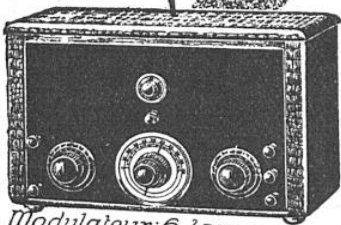
Hauteur 75 cm — Longueur 70 cm
Largeur 40 cm

Notices et renseignements adressés sur
demande

Usines **RENAULT**
Billancourt (Seine)

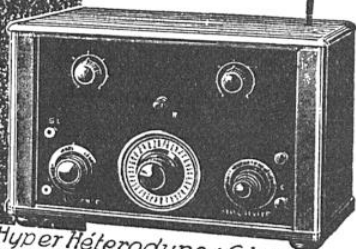
Prix imposés

700^{Frs}



Modulateur 6 lampes

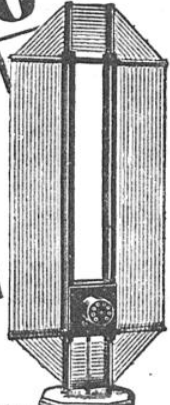
1300^{Frs}



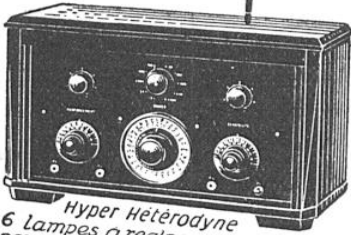
*Hyper Hétérodyne : 6 lampes
type standard à réglage automatique*

250^{Frs}

*Cadre Lemouzy
toutes ondes*

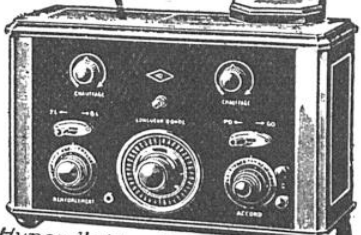


2200^{Frs}



*Hyper Hétérodyne
6 lampes à réglage automatique
pour ondes de 20 à 3.000 mètres*

2650^{Frs}



*Hyper Hétérodyne 7 lampes
type à réglage automatique
pour ondes de 20 à 3.000 mètres*

LA qualité de notre matériel, la modicité de nos prix et les garanties que nous offrons au public ne nous permettent nullement, pas plus qu'à nos agents, de consentir une réduction quelconque sur les prix imposés ci-dessus.

NOS GARANTIES : 1° Nous sommes spécialisés en T. S. F. depuis 15 ans; 2° nous remboursons immédiatement et sans discussion tout appareil de notre marque, toute installation faite par nos soins n'ayant pas donné complète satisfaction après 10 jours d'essai.

Lemouzy

121, boulevard Saint-Michel, PARIS-V

Franco Notice 65

AGENTS COMPÉTENTS DEMANDÉS PARTOUT



QUELLE QUE SOIT LA JUMELLE ZEISS

que vous choisissiez, que ce soit une jumelle petite et légère pour le Tourisme, un des modèles universels si appréciés, une "grand angulaire", un modèle extra-lumineux pour la chasse nocturne ou, enfin, une jumelle à fort grossissement pour les très grandes distances, vous aurez toujours la certitude de posséder ce qui se fait de mieux.

JUMELLES ZEISS

pour le voyage, les sports,
la chasse

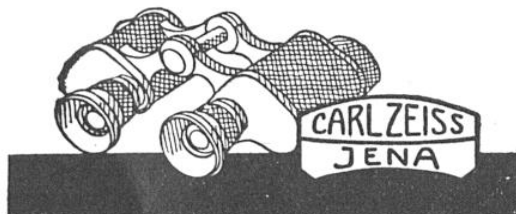
Telex 6 × 24. Jumelle universelle de voyage	930 fr.
Prix	
Telita 6 × 18. Jumelle plate de poche à molette centrale	1.360 fr.
Turact 8 × 24. Jumelle pour le voyage et les sports	1.000 fr.
Deltrentis 8 × 30. Jumelle "GRAND-ANGULAIRE" à champ particulièrement étendu ..	1.320 fr.

Prix en étui noir ou brun, avec cordon et courroie

Ces modèles et d'autres, pour le tourisme et le théâtre, sont décrits dans la brochure illustrée T 77, envoyée gratis et franco sur demande adressée à

"OPTICA", 18-20, faub. du Temple, PARIS

EN VENTE CHEZ TOUS LES OPTICIENS



PARTOUT maître des ondes

avec une

VALISE "GODY"

Légère, robuste et puissante



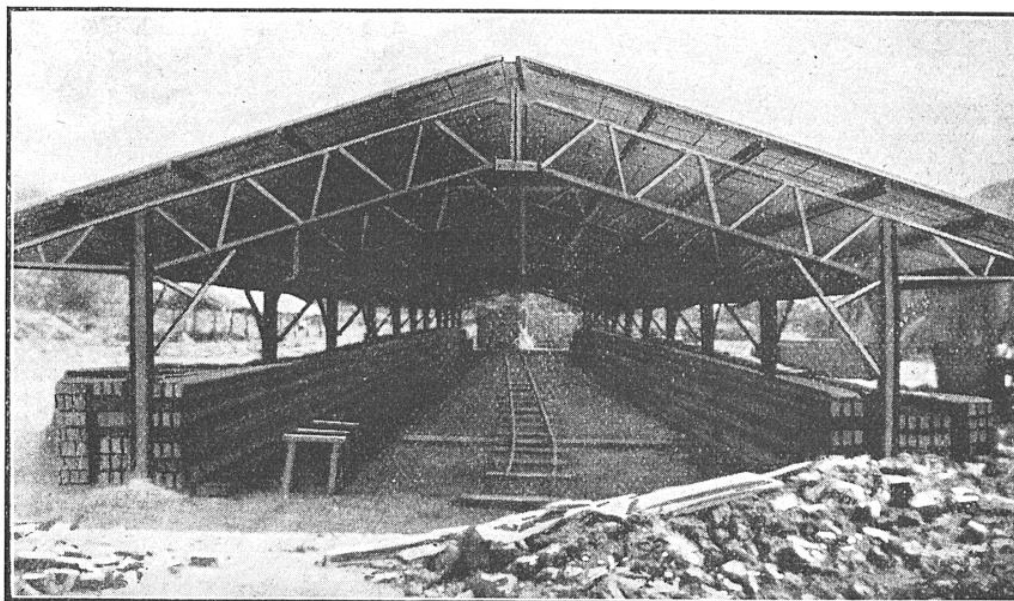
Toutes notices
et renseignements gratuits aux

Établissements GODY
Usine à Amboise (I.-&-L.)

SUCCURSALES A

Paris, 24, boulevard Beaumarchais. Tél. : Roquette 24-08.
Orléans, 225, rue de Bourgogne. Tél. : 35-11.
Angers, 49, rue du Mail. Tél. 5-66.
Tours, 6, place Michelet. Tél. : 21-01.
Poitiers, 68, rue de la Cathédrale. Tél. : 8-57.
Clermont-Ferrand, 29, rue G.-Clemenceau. Tél. : 17-52.

LA SÉRIE 39 A LANGEY (Eure-&-Loir)



AUX ETABLISSEMENTS JOHN REID, ROUEN.

Il nous est extrêmement agréable de vous dire notre satisfaction du hangar JOHN REID, monté en 1925. Ce hall de 400 mètres carrés abrite aujourd'hui un important séchoir artificiel et fait l'admiration des connaisseurs.

Cette charpente, qui supporte près de 20 tonnes de tuiles mécaniques en couverture, a vaillamment résisté à toutes les bourrasques et cyclones depuis son montage, c'est pourquoi nous avons décidé d'y agencer définitivement notre séchoir.

VOTRE SÉRIE 39 EST INCONTESTABLEMENT LA PLUS INTÉRESSANTE DU MARCHÉ FRANÇAIS.

ETABLISSEMENTS VVE DUBOUCHE ET SES FILS,
Briqueterie-Tuilerie mécaniques de Langey.

Il n'est pas souvent donné à un atelier de province de recevoir des félicitations aussi chaleureuses de la part d'un de ses honorés clients. Nous avouons franchement le vif plaisir avec lequel nous avons lu la lettre des Etablissements Dubouchage, car, depuis presque quatre années qu'ils ont monté leur hangar, il devrait certainement révéler toutes ses faiblesses. Bien entendu, le fait que cette construction a résisté courageusement aux intempéries auxquelles elle est exposée semble plutôt être la preuve de la bonne pose de la construction que de la robustesse de notre travail, et pour la pose nous n'étions pas là ! Nos honorés clients se sont débrouillés tout seuls, et les félicitations sont plutôt dues aux Etablissements Dubouchage qu'à nous. Après tout, nous n'avons fait que notre devoir.

Cela ne nous empêche pas d'être contents de la parfaite réussite du séchoir de nos honorés clients, surtout étant donné l'importance de la charpente métallique qui y entrerait. Naturellement, le vrai intérêt de la construction dépend du prix, et, si les Etablissements Dubouchage nous pardonnent l'indiscrétion, nous pouvons révéler à nos honorés lecteurs le coût de notre partie du travail.

La construction avait 40 mètres de long ; la portée entre poteaux était de 6 mètres, ce qui, avec des auvents de 1 m. 75 de chaque côté, faisait une largeur totale de 9 m. 50. Le prix de la partie charpente se décomposait comme suit :

Neuf fermes n° 11, avec auvent des deux côtés, au prix unitaire de 610 francs	Fr. 5.490 »
Majoration de 25 % sur le prix des fermes pour éléments étudiés spécialement pour recevoir une couverture en tuiles	1.372 »
Huit séries d'entretoises à treillis, trois treillis par série, au prix de 416 francs la série de 5 mètres	3.328 »
TOTAL	Fr. 10.190 »

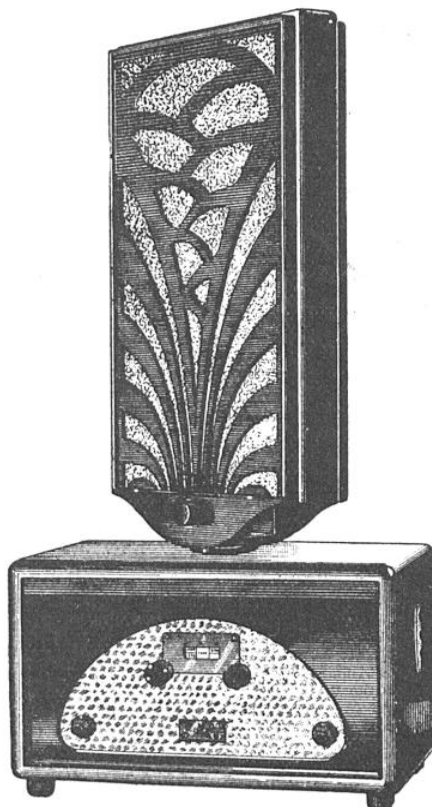
Lorsqu'on pense à l'affreuse cherté de toute construction à l'heure actuelle, on ne peut vraiment dire que notre SÉRIE 39 est d'un prix élevé. Bien entendu, les modèles légers, c'est-à-dire étudiés pour des toitures en tôle ondulée galvanisée ou en fibro-ciment ondulé, coûtent même moins cher, car la majoration de 25 % n'entre pas dans le prix des fermes.

Pourtant telle a été la réussite de nos charpentes en acier lourdes étudiées pour toiture en tuiles qu'à l'avenir nous pouvons offrir le choix des deux genres de travail.

Dans notre nouvelle brochure, nous donnons le coût de plus de 1.200 combinaisons de hangars métalliques se faisant au moyen de la SÉRIE 39, et ce sera avec un réel plaisir que nous en adresserons un exemplaire à toute personne qui se donnera la peine de nous écrire.

Établ^{ts} JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs, 6 BIS, quai du Havre, ROUEN
FABRICATION EN SÉRIE DE BATIMENTS MÉTALLIQUES POUR L'INDUSTRIE ET LA CULTURE

garanties



Tout poste **RADIO-L. L.** ne donnant pas satisfaction après 8 jours d'essai est repris et remboursé, sans discussion. Il est garanti un an contre tout vice de construction. Comparez ces garanties précises aux garanties abstraites et vagues donnant toujours lieu à chicane. Exigez surtout la garantie formelle du remboursement. Elle seule est positive, parce qu'elle ne prête à aucune contestation.

Nous rappelons que le **SYNCHRODYNE**, dont vous voyez la gravure ci-dessus, est unique au monde par son dispositif de réglage à automatisme intégral, dispositif couvert par les brevets **L. LÉVY**, N^{os} 493.660, 506.297, 623.106 et additions. Il suffit de tourner un bouton pour faire défiler les émissions européennes. C'est l'appareil idéal des amateurs de musique et de ceux qui ne connaissent absolument rien en T. S. F.

RADIO-L. L., 5, rue du Cirque, PARIS — CHAMPS-ÉLYSÉES —
Tél. : Elysées 14-30 et 14-31

DÉMONSTRATIONS GRATUITES, A DOMICILE, DANS TOUTE LA FRANCE - FRANCO, NOTICE S 81

Ce que l'industrie moderne doit aux rayons X; les applications de ces rayons à la métallurgie; comment les travaux de laboratoire aboutissent à des applications pratiques	Jean Thibaud.. .. . 349 Docteur ès sciences physiques, directeur adjoint du laboratoire de physique des rayons X de Paris.
Le court-circuit dans la centrale moderne; le premier laboratoire français pour l'étude des courts-circuits vient d'être mis au service de l'électrotechnique..	Jean Labadié.. .. . 355 W. T. Atsbury.. .. . 363 Attaché à la Royal Institution de Londres.
Les progrès de la physique anglaise dans les dix dernières années.. .. .	Marcel Boll, Docteur ès sciences, Paris.
Pourquoi les métaux sont-ils conducteurs?	L. Houllevigue.. .. . 372 Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.
La propulsion électrique des navires; vers une solution plus pratique de la transmission de la force motrice du moteur à l'hélice	C.-R. Darteville.. .. . 377
Les cinq aspects de l'hydrogène, constituant primordial de la matière: une nouvelle théorie, une intéressante application.. .. .	Marcel Boll 383
A la conquête de la « flamme bleue ». Les nouveaux paquebots allemands vont-ils battre les records de vitesse du monde?	Henri Le Masson 389
La transmission des images par la « radio » est une étape vers la télévision. Ce problème passionne actuellement l'Europe comme l'Amérique	Lucien Fournier 395
Comment on fait, sans calcul, le point d'un navire: un nouvel appareil qui permet de résoudre automatiquement ce problème	Jean Labadié.. .. . 401
Les gelées de printemps et le rayonnement nocturne: leurs causes déterminées du point de vue scientifique	A. Boutaric 405 Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.
Un nouveau procédé de guidage hertzien des avions vient d'être appliqué sur la ligne Paris-Londres.	Jean Marchand 413
Une station vraiment moderne pour le « métro »; la nouvelle station de Londres permet d'assurer un trafic de cinquante millions de voyageurs par an.	Jacques Maurel 416
On imprime maintenant avec le vernis nitrocellulosique comme avec l'encre d'imprimerie: c'est un progrès indéniable dans les industries de la peinture	René-Charles Faroux.. .. . 421 Ing ^r des Arts et Manufactures.
Les A côté de la science (Inventions, découvertes et curiosités)	V. Rubor 423
La vis d'Archimède devient une pompe à grand rendement	J. M. 429
Les nouveaux appareils de distribution automatique de l'essence pour les automobiles	J. M. 430
La T. S. F. et les Constructeurs	J. M. 431
A travers les revues	J. M. 433
Chez les éditeurs	J. M. 436

Le développement de l'aviation commerciale est lié à l'aménagement des lignes aériennes (balisage des routes, terrains d'atterrissage), pendant la nuit et pendant le jour, par temps brumeux comme par temps clair. La T. S. F. a déjà rendu de remarquables services et, récemment, des essais concluants ont été poursuivis sur la ligne Paris-Londres, au moyen d'un nouveau dispositif, dont la couverture du présent numéro reproduit l'installation, près du Bourget. (Voir l'article à la page 413 de ce numéro.)

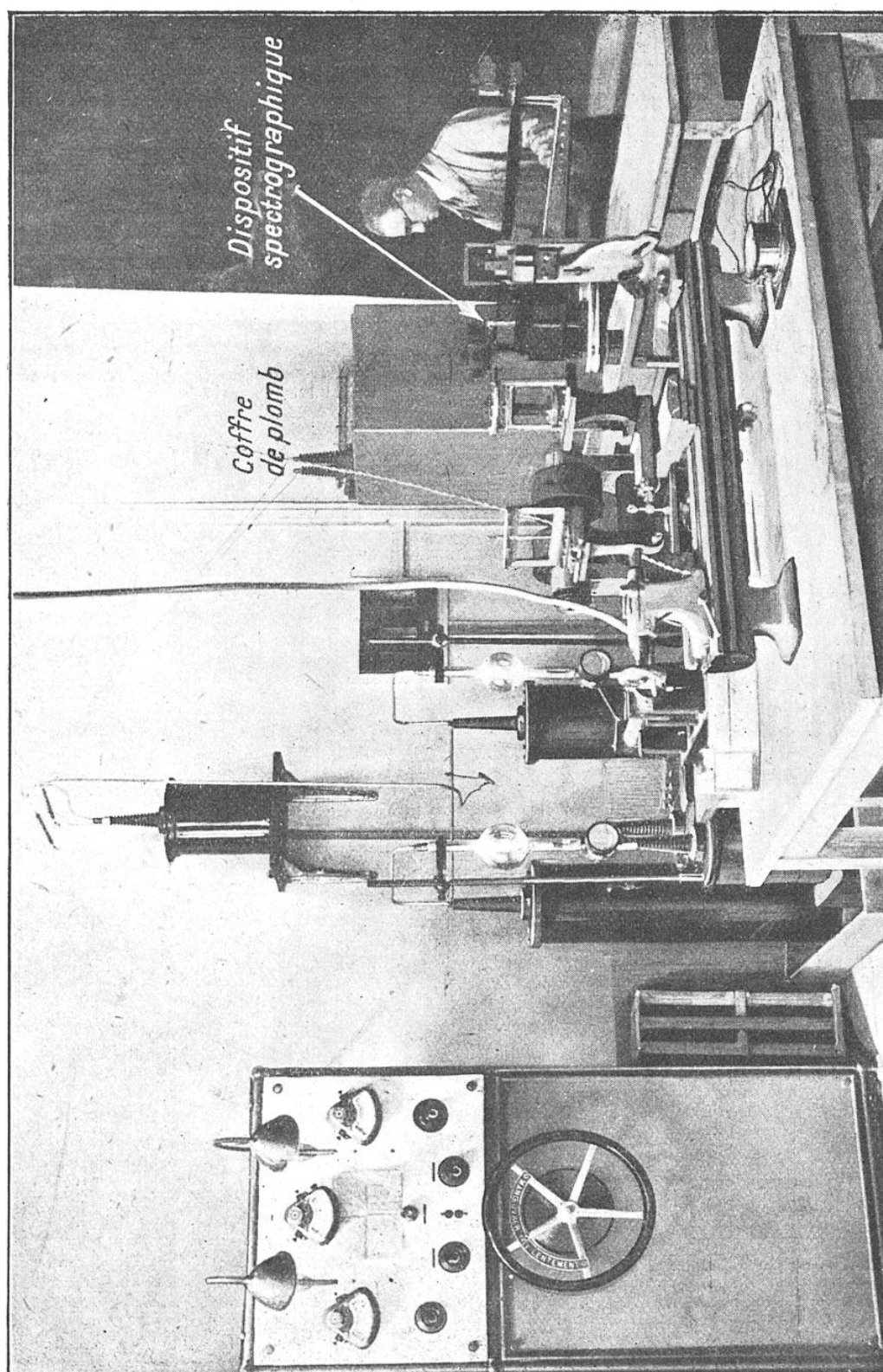


FIG. 1. — VUE GÉNÉRALE D'UN DES LABORATOIRES DE MAURICE DE BROGLIE, QUI S'EST CONSACRÉ À L'ÉTUDE DES RAYONS X
Au fond, le générateur de courant ; dans le coffre de plomb sont les ampoules productrices de rayons X.

LA SCIENCE ET LA VIE

MAGAZINE MENSUEL DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

Rédigé et illustré pour être compris de tous

Voir le tarif des abonnements à la fin de la partie rédactionnelle du numéro

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

RÉDACTION, ADMINISTRATION et PUBLICITÉ : 13, rue d'Enghien, PARIS-X* — Téléph. : Provence 15-21

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays.

Copyright by La Science et la Vie, Mai 1929 - R. C. Seine 116.544

Tome XXXV

Mai 1929

Numéro 143

CE QUE L'INDUSTRIE MODERNE DOIT AUX RAYONS X

Par Jean THIBAUD

DOCTEUR ÈS SCIENCES PHYSIQUES

DIRECTEUR ADJOINT DU LABORATOIRE DE PHYSIQUE DES RAYONS X DE PARIS

M. Maurice de Broglie — dont le nom reste attaché à de mémorables découvertes sur les rayons pénétrants — a créé un laboratoire de recherches sur les rayons X, aujourd'hui rattaché à l'Ecole pratique des Hautes Etudes, et où toutes les questions qui touchent ce domaine si intéressant de la physique moderne sont étudiées par des spécialistes faisant autorité par leurs travaux personnels. Si les problèmes de science pure font l'objet principal de l'activité de ce laboratoire, il ne faut pas perdre de vue qu'aujourd'hui les applications scientifiques suivent de si près les découvertes et les théories, que même dans des domaines aussi abstraits il y a beaucoup à glaner pour la technique et l'industrie. M. Jean Thibaud, directeur adjoint du laboratoire de recherches physiques sur les rayons X, a bien voulu exposer ici les travaux qui se poursuivent en vue des applications industrielles de ces radiations. M. Thibaud a déjà donné, dans La Science et la Vie (1), une étude sur la nature et les propriétés des rayons X ; il suffit de se reporter à cet article pour se rappeler les généralités sur les radiations de haute fréquence.

Les méthodes analytiques par rayons X

UN tube à rayons X émet un rayonnement composé, d'une part, d'un ensemble de fréquences analogue au spectre continu obtenu par le passage de la lumière blanche à travers un prisme : c'est le fond continu ; d'autre part, de quelques radiations simples, monochromatiques, dépendant de la nature de l'anticathode utilisée. Les longueurs d'onde sont comprises dans un domaine allant de 0,1 angström à quelques angströms (l'angström étant égal à $1/10.000.000^e$ de millimètre) ; leur extrême petitesse les rend susceptibles, comme le découvrit von Laue, en 1912, d'être diffractées (2) par les cristaux ou, comme on

dit, par les réseaux cristallins. Ceux-ci sont, en effet, constitués par un ensemble de plans parallèles ou « plans réticulaires » (1), diversement orientés, et qui agissent vis-à-vis des radiations X comme des petits miroirs, avec, toutefois, cette différence que la réflexion ne se produit que pour certains angles d'incidence, d'où le nom de « réflexion sélective » donné à ce phénomène.

La spectrographie X est fondée sur l'enregistrement photographique des figures de diffraction ainsi obtenues.

Les méthodes utilisées peuvent se ramener à trois principales :

1) *La méthode de von Laue* (fig. 2), dans laquelle le cristal est placé immédiatement après un tube d'un millimètre de diamètre par exemple, servant à définir un pinceau de rayons X. Le rayonnement utilisé étant ici le fond continu, chaque système de plans

(1) L'adjectif « réticulaire » correspond au substantif *réseau* (cristallin).

(1) « La spectrographie de haute fréquence et la nature de l'atome », *La Science et la Vie*, n° 94, p. 273.

(2) Le phénomène de diffraction peut se définir brièvement comme étant la déviation brusque d'un rayonnement par un obstacle (de dimensions convenues) placé sur sa route.

extrait, de l'ensemble de radiations, celle qui correspond à l'écartement de ces plans ; si les rayons X étaient visibles à l'œil nu, les divers rayons ainsi réfléchis auraient une coloration différente. On obtient alors sur la plaque une série de taches reflétant la symétrie interne du cristal, et d'où il est possible de déduire la structure de celui-ci, ainsi que la disposition des atomes aux nœuds du réseau.

2) *La méthode du cristal tournant* (fig. 3), due à M. de Broglie, qui consiste à faire pivoter le cristal autour d'un axe vertical, devant une fente délimitant un pinceau de rayons X. De la sorte, les plans réticulaires passent successivement par l'incidence pour laquelle il peut y avoir réflexion, et le cliché obtenu se traduit par un ensemble de raies fournissant les mêmes résultats que plus haut ;

3) *La méthode des poudres ou de Debye et Scherrer et de Hull* (fig. 4), dans laquelle on éclaire un assemblage de microcristaux (poudre, métal) à l'aide d'un rayonnement également monochromatique. Les petits cristaux ayant toutes les orientations possibles, il en est de même de leurs plans réticulaires, et l'on obtient alors un phénomène de révolution autour de la direction des rayons X. Le cliché se compose de cercles concentriques, chacun de ces cercles correspondant à la réflexion des rayons X sur une série de plans réticulaires.

Ce procédé est de beaucoup le plus utilisé dans les laboratoires industriels (fig. 4 et 5).

Applications métallographiques

Ces méthodes, qui paraissent un peu abstraites, sont cependant d'un haut intérêt en cristallographie et en métallurgie.

Nous n'insisterons pas sur l'étude des cristaux qui appartient plutôt au domaine purement scientifique ; qu'il suffise de dire que la diffraction cristalline des rayons X a permis d'établir la structure interne d'un grand nombre de composés cristallisés, minéraux ou organiques, d'en créer les modèles et de déterminer les dimensions des atomes qui les constituent. En métallurgie, l'examen spectrographique des métaux et de leurs alliages a permis, entre autres choses, de révéler d'abord la présence et ensuite la structure

des diverses formes et des divers composés existant dans un lingot préparé dans des conditions déterminées. Ainsi la figure 5 représente les diverses variétés allotropiques du fer suivant la température ; on peut y reconnaître le fer alpha, le fer bêta non ferromagnétique, le fer gamma ou austénite, et, enfin, au-dessus de 1.100° , le fer delta, dont l'existence était jusqu'ici contestée, que la micrographie seule n'avait pas réussi à mettre en évidence et qui serait un commencement de la variété alpha.

Indépendamment de cela, on peut aborder ainsi la cristallographie des alliages qui est

si ardue. On peut éclairer de cette façon la question si confuse de la structure des solutions solides (1), là où la micrographie se montre impuissante ; on a pu déterminer dans de nombreux cas la présence de cristaux bien définis ou, au contraire, de solutions solides, laisser voir l'apparition de phases (2) nouvelles et, par là, contrôler de façon rigoureuse la qualité d'un produit nouveau.

Le laminage se traduit par un alignement des petits cristaux qui, sous la pression, se couchent et se disposent côte à côte suivant des directions privilégiées ; le spectre de diffraction fourni par une feuille laminée reflétera fidèlement cette orientation privilégiée qui a été imposée à

la masse primitivement confuse, et les anneaux observés avant laminage se réduiront à des arcs de cercle de plus en plus petits, d'où un moyen de contrôle du degré de laminage.

La déformation d'une éprouvette par la traction se traduit par des glissements se produisant dans des plans que l'on peut déterminer au moyen de l'analyse cristalline ; cette étude a été faite par Müller (du laboratoire du professeur anglais Bragg) dans l'étude de la traction des barres d'aluminium, et a démontré que, pour des déformations assez considérables, il se produit d'abord un écrouissage, puis une recristallisation complète de la barre en un ou plusieurs cristaux,

(1) Voir l'article de M. Marce Boll sur la constitution des alliages, *La Science et la Vie*, n° 137, page 377.

(2) On sait qu'on appelle « phase » tout constituant homogène d'un mélange.



M. MAURICE DE BROGLIE
Membre de l'Institut, créateur
du laboratoire de physique des
rayons X de Paris.

ce qui explique en partie l'augmentation de la dureté des métaux par écrouissage.

De même, la spectrographie par rayons X permet d'étudier le changement de structure du tungstène étiré, de montrer qu'une torsade de fils fins, provenant de l'étirage d'une poudre agglomérée, se transforme à haute température en un cristal unique de grandes dimensions, ce qui explique la fragilité des filaments recuits.

Il convient d'ajouter l'analyse qualitative rapide des métaux ou de leurs alliages par la méthode des poudres, ainsi que la reconnaissance des phases lorsque celles-ci sont trop petites pour être reconnues au microscope ; le simple pointé des anneaux permettant, dans bien des cas, d'identifier le métal ou la phase de l'alliage.

Autres applications des rayons X

En dehors des métaux, la diffraction des rayons X sert encore à étudier un très grand nombre de substances pulvérulentes ou microcristallisées : sable, chaux, ciments, marbre, céramiques, etc. En Amérique, le *Bureau of Standards* a ainsi pu établir quels sont les phénomènes qui se passent lors de la prise d'un ciment ou de la cuisson d'une pâte plastique.

On peut aller plus loin encore et examiner des substances telles que le bois, la cellulose, les muscles, qui se sont révélées être de nature cristalline, ainsi que le caoutchouc étiré et même des substances amorphes comme des verres, et étudier ainsi leur degré de cristallisation ; par exemple, c'est grâce aux différences dans les spectrogrammes fournis par des soies artificielles d'origines diverses — soie de Chardonnet, soie viscosée, soie mercerisée — que l'on peut arriver à les différencier entre elles, en même temps qu'à obtenir des renseignements sur leur structure.

Parmi ces toutes récentes recherches, il en est une qui est maintenant entrée dans la pratique courante : c'est la différenciation

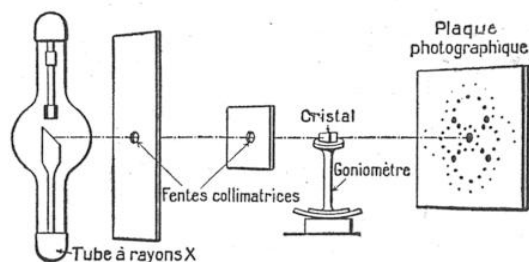


FIG. 2. — SCHÉMA DE LA MÉTHODE SPECTROGRAPHIQUE PAR RAYONS X DE VON LAUE QUI PERMET D'ÉTUDIER LA CONSTITUTION DES CRISTAUX

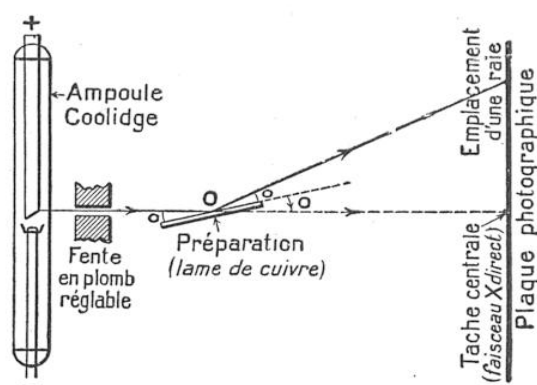


FIG. 3. — SCHÉMA DE LA MÉTHODE DU CRISTAL TOURNANT, DE M. DE BROGLIE, POUR LA SPECTROGRAPHIE PAR RAYONS X

des perles fines et des perles de culture ou japonaises (Alexandre Dauvillier). Les figures de diffraction produites varient suivant les cas et permettent de résoudre le problème de l'origine de la perle.

Enfin, tout dernièrement, le domaine de la chimie organique, jusqu'ici fermé aux rayons X, a commencé à s'ouvrir à l'examen radiographique et ce sont les corps gras, qui, les premiers, ont pu être abordés.

En effet, en déposant à la surface d'une lame de verre ou de métal une petite quantité de ces corps, Jean-Jacques Trillat constate que les longues molécules qui les constituent, s'orientent en prenant appui sur le support. Leurs extrémités se groupent dans des plans équidistants, et la même structure se reproduisant un très grand nombre de fois, on obtient des séries de feuillets superposés analogues à un paquet de cartes à jouer et susceptibles de réfléchir les rayons X. Il suffira donc de disposer cette préparation à la place du cristal, dans un appareil à cristal tournant, pour obtenir d'excellents spectres caractérisant, par leurs distances réticulaires et la répartition des intensités, le corps utilisé. Le simple pointé des raies permet de dire immédiatement à quel terme d'une série déterminée on a affaire ; en effet, la longueur de la molécule et, par conséquent, la distance réticulaire, étant proportionnelle au nombre d'atomes de carbone, une spectrographie obtenue avec une fraction de milligramme de produit fournit des renseignements pour l'obtention desquels les méthodes chimiques exigeraient un temps considérable.

Outre de nombreuses applications analytiques telles que détermination de mélanges de graisses ou d'acides gras, recherches

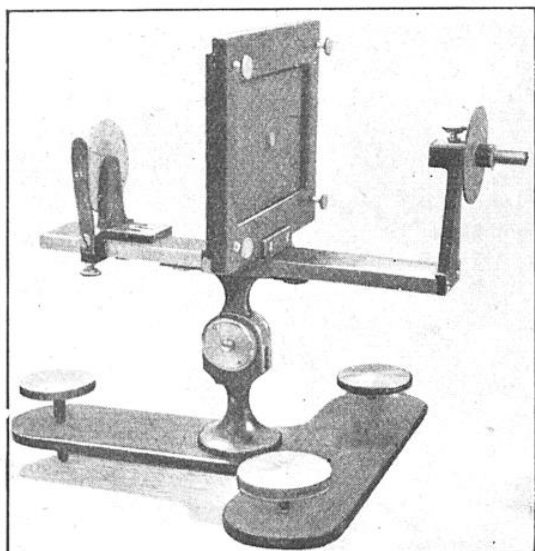


FIG. 4. — ENSEMBLE D'UN SPECTROGRAPHE A RAYONS X POUR L'ÉTUDE DES CRISTAUX
A droite, le collimateur délimitant le faisceau de rayons X ; au milieu, le châssis porte-film coulissant sur un banc gradué ; à gauche, dispositif pour l'examen des corps liquides ou colloïdaux. L'appareil peut également recevoir un support de cristal tournant, que l'on place entre le film et le collimateur. Des vis calantes et une rotule permettent de régler l'appareil.

de fraudes dans les graisses ou les beurres, J.-J. Trillat a pu étendre encore ce champ d'applications dans les directions suivantes :

1) La détermination de l'attaque des métaux par les acides gras et, éventuellement, par les lubrifiants.

Ces attaques se traduisent par la formation superficielle d'un sel présentant une orientation particulière qui le rend susceptible d'agir comme le ferait un cristal de sel gemme, et la structure est, en quelque sorte, celui d'un jeu de cartes tenu à la main.

On a pu obtenir des clichés représentant l'attaque de lames métalliques diverses par l'acide stéarique. Des clichés analogues montrent l'attaque d'une lame de plomb par une série d'acides aussi bien liquides que solides.

C'est là un procédé de métallographie tout à fait nouveau qui peut rendre un certain

nombre de services ; en effet, même très faible et invisible à l'œil, l'attaque du métal se traduit à la radiographie par des spectres caractérisant à la fois le métal et l'acide utilisé. Par le calcul des distances réticulaires qui en résultent, ces phénomènes de stratifications permettent d'avoir des renseignements intéressants sur l'altération des surfaces métalliques en fonction de leur composition et des divers agents susceptibles de les attaquer ; dans certains cas, il devient ainsi possible de mettre en évidence la très légère corrosion que peuvent causer les huiles de graissage sur les pièces qu'elles sont chargées de lubrifier ;

2) La marche de certaines réactions chimiques, telles que le durcissement des acides gras des peintures. On constate que, si l'on répand sur une lame de plomb quelques gouttes des acides gras tirés de l'huile de lin par exemple, ces acides s'épaississent et finissent par sécher complètement ; en étudiant ce phénomène par la spectrographie, on peut mettre en évidence l'allongement discontinu des molécules résultant de la fixation d'un ou de plusieurs atomes d'oxygène et suivre ainsi la marche de l'oxydation ;

3) Enfin, il devient également possible de déterminer par spectrographie un certain nombre de corps susceptibles d'agir comme lubrifiants, en augmentant, par leur incor-

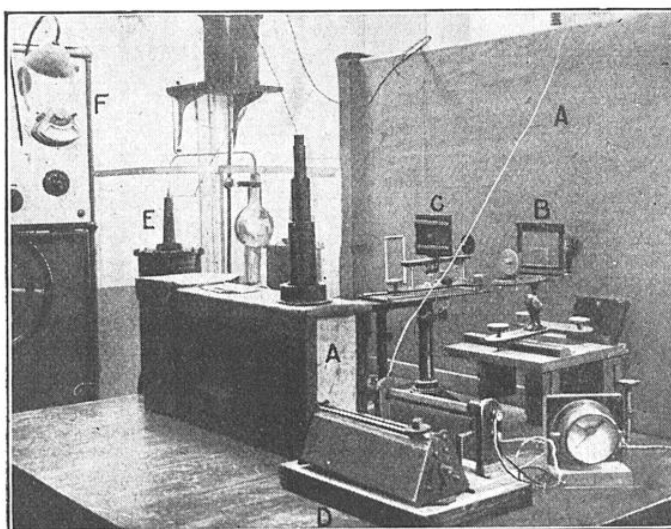


FIG. 5. — VUE D'ENSEMBLE D'UN LABORATOIRE DE SPECTROGRAPHIE PAR RAYONS X DU LABORATOIRE DU DUC DE BROGLIE

A, caisses de plomb, contenant les tubes à rayons X ; B et C, spectrographes ; D, résistances de chauffage pour l'examen des substances en fonction de la température ; E, générateur électrique ; F, tableau de commande

poration aux huiles de graissage, le pouvoir de lubrification de ces dernières, par suite de leur aptitude à s'orienter sur les surfaces métalliques.

**Rayons X mous. —
Radioactivité. —
Radiocinématographie. — Oscillographes**

Alors que l'étude spectrale de la lumière ordinaire se fait au moyen de prismes ou de réseaux, l'analyse des radiations X utilise les propriétés des cristaux (1) (cristal tournant de M. de Broglie). L'auteur de ces lignes a mis récemment au point, au laboratoire de physique des rayons X, une méthode différente qui, dans certains cas, peut rendre de grands services. En optique, on construit des analyseurs fondés sur la diffraction du rayonnement par un miroir dont la surface

(1) Voir l'article déjà mentionné du n° 94 de *La Science et la Vie*.

est rayée par un grand nombre de traits (réseau). Ces instruments ne pourraient convenir pour les ondes de rayons X, dont la

longueur d'onde est trop faible. Toutefois, en inclinant le réseau par rapport au faisceau de rayons X, le nombre de traits semble augmenter et le pouvoir analytique du réseau également ; de même que lorsqu'on regarde de profil l'enfilade des barreaux des grilles du

jardin des Tuileries, ces barreaux paraissent se toucher, alors qu'examinés perpendiculairement, ils sont distants. Cet artifice, ce réseau tangent, a permis une mesure absolument exacte de la longueur d'onde des rayons X.

Une autre branche de l'activité du laboratoire est l'étude de la radioactivité, plus particulièrement celle des propriétés physiques si curieuses des rayons bêta et gamma émis par les substances radioactives. L'au-

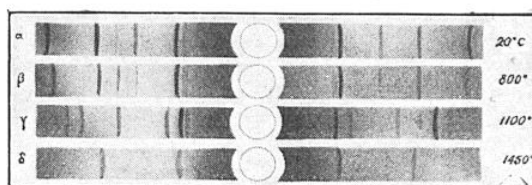


FIG. 6. — SPECTROGRAMMES DU FER OBTENUS A DIVERSES TEMPÉRATURES, DÉCELANT LES CHANGEMENTS DE L'ÉTAT INTIME DU MÉTAL

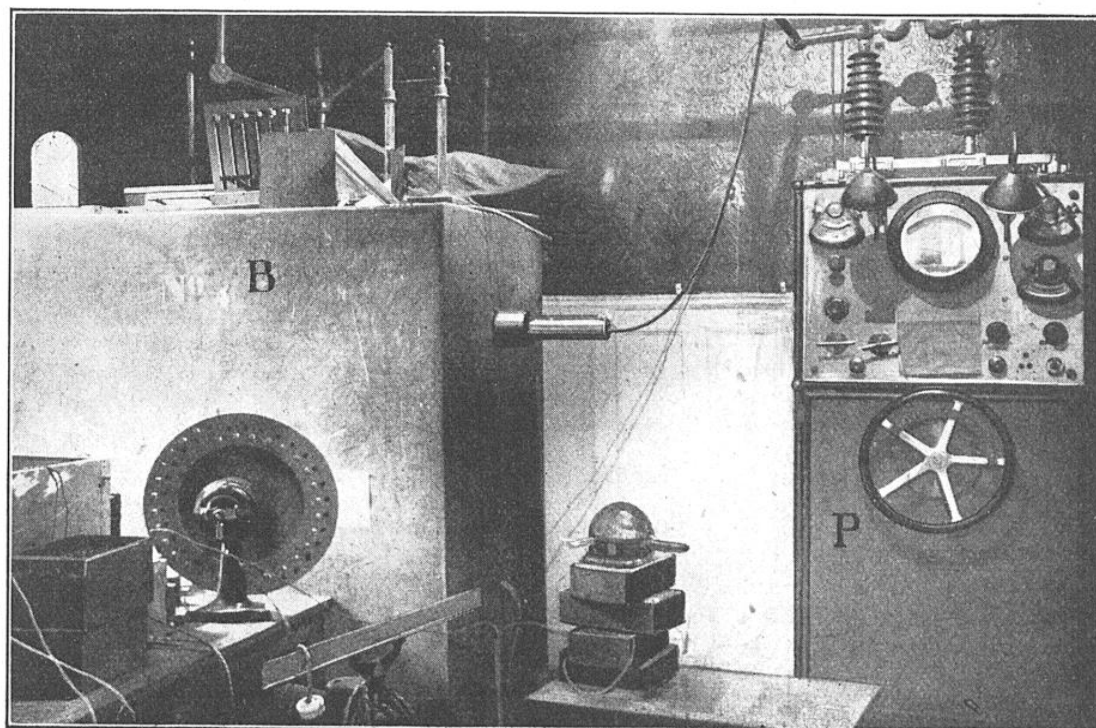


FIG. 7. — APPAREIL DE M. DAUVILLIER POUR LA PRODUCTION DE RAYONS X MOUS
P, générateur électrique à 250,000 volts; B, boîte de plomb contenant le tube à rayons X.

teur a fait une étude poussée des rayons gamma, dont la nature est analogue à celle des rayons X, mais le pouvoir de pénétration encore plus considérable (certains rayons gamma traversent des blocs de 10 ou 15 centimètres de plomb). Il a pu déceler des rayons d'une énergie formidable, correspondant à plus de 2 millions de volts (ce qui veut dire que pour produire artificiellement de tels rayons dans une ampoule du genre de celle de Coolidge, il faudrait alimenter celle-ci sur une tension dépassant 2 millions de volts). Ces rayons traversent le corps humain avec autant de facilité que la lumière solaire franchit une vitre mince. Ils sèment le long de nos cellules, en les traversant, un chapelet d'ions, d'électrons, qui leur donnent des propriétés biologiques à la fois dangereuses ou précieuses selon leur emploi. Ils jouent un grand rôle dans la curiethérapie profonde (guérison des tumeurs cancéreuses).

L'étude physique des rayons X proprement dits est maintenant assez avancée; il convient aujourd'hui de pousser l'investigation soit vers les fréquences élevées (les rayons gamma) soit vers les fréquences plus basses, vers l'ultraviolet. Pour cette difficile jonction des rayons X aux radiations ultraviolettes, l'auteur a établi un spectrographe dans le vide (ces radiations X, très « molles » sont, en effet, extrêmement absorbables, au contraire des rayons X ordinaires : 0 mm. 5 d'air à la pression habituelle suffit à les arrêter), évacué par un système de pompes puissantes, qui utilise la méthode (précédemment décrite) du réseau tangent. On peut ainsi photographier sur des plaques photographiques ordinaires des radiations de 20 ou de 70 millièmes de millimètre de longueur d'onde (fig. 7).

A. Dauvillier a établi, de son côté, un petit tube à rayons X fonctionnant sous 3.000 volts seulement et servant à produire des rayons X mous extrêmement absorbables. Ces radiations ont déjà reçu des applications médicales.

D'autre part, sur la photographie de la figure 7, on reconnaît le poste de com-

mande *P* d'un générateur à courant continu à 250.000 volts. Une épaisse boîte de plomb *B* contient un tube susceptible de fonctionner sous cette tension. A gauche, on voit les éléments d'un appareil destiné à la radioscopie, la radiographie et la radiocinématographie, et reposant sur l'application des principes de la télévision aux rayons X (A. Dauvillier). L'ombre produite par les rayons n'apparaît plus — selon ce système — sur un écran fluorescent, ni une plaque radiographique, mais sur un écran de projection cinématographique, ce qui assurera une protection absolue du sujet et de l'opérateur.

Enfin, il faut signaler qu'un ensemble de conceptions nouvelles, qui a pris, depuis, un développement considérable en Allemagne, en Angleterre, aux Etats-Unis, la « mécanique ondulatoire », est né grâce à Louis de Broglie, en marge de ce laboratoire. Un des concepts initiaux est l'assimilation de la propagation du corpuscule, du grain d'électricité, l'électron, à celle d'un faisceau de lumière (1). La figure 8 représente un appareil de l'auteur, dans lequel cette propriété se manifeste expérimentalement :

un faisceau d'électrons assez lents passe dans l'intérieur d'une bobine de fil creuse. Lorsqu'on lance un courant électrique dans celle-ci, le champ magnétique concentre (ou dilate) le faisceau d'électrons comme le ferait une lentille épaisse convergente (ou divergente) pour un faisceau de lumière.

Cette propriété peut être utilisée pour la construction des oscillographes industriels (oscillographes cathodiques) dépourvus d'inertie et dans les appareils récepteurs de télévision : elle permet l'obtention, sur un écran fluorescent, de taches lumineuses extrêmement brillantes tout en restant de très petit diamètre.

J. THIBAUD.

(1) On connaît les belles expériences de Davisson et Germer, qui, au laboratoire de la « Bell Telephone Co », aux Etats-Unis, ont réussi à démontrer l'existence, pour les faisceaux d'électrons, d'effets de diffraction par les cristaux, tout à fait analogues à ceux observés avec les rayons X.

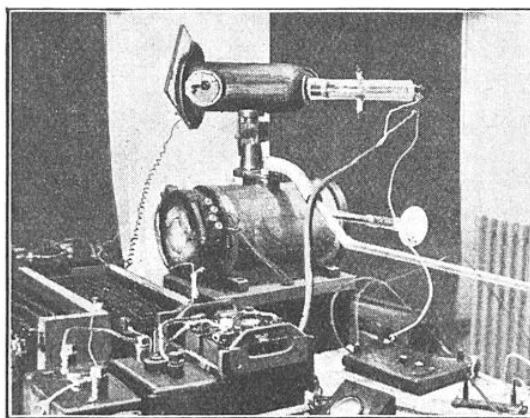


FIG. 8. — APPAREIL A CONCENTRATIONS MAGNÉTIQUES DES FAISCEAUX D'ÉLECTRONS LENTS DE J. THIBAUD

LE COURT-CIRCUIT DANS LA CENTRALE MODERNE

Le premier laboratoire français pour l'étude des courts-circuits vient d'être mis au service de l'électrotechnique.

Par Jean LABADIÉ

Au fur et à mesure que l'électrotechnique perfectionne ses moyens de production et que les transports d'énergie accroissent leur puissance, il est nécessaire de déterminer minutieusement les conditions dans lesquelles l'exploitation peut se poursuivre avec autant de régularité que de sécurité. L'accident qui a interrompu la distribution de l'électricité à Paris, pendant la journée du 6 février dernier, a appelé l'attention, même du grand public, sur les inconvénients graves qui résultent d'une protection insuffisante. Aussi nous a-t-il paru opportun de signaler à nos lecteurs l'intéressante initiative que viennent de réaliser pratiquement les Ateliers de constructions électriques de Delle dans la région lyonnaise, en utilisant un magnifique laboratoire d'essais pour mettre à l'épreuve les appareils destinés à protéger les exploitations électriques. On y verra notamment comment on protège, en 1929, une centrale moderne contre les courts-circuits, grâce à des appareils spécialement construits et scientifiquement établis.

Lest huit heures du matin. Dans l'immense hall de la centrale électrique, douze turbogénérateurs ronflent, transformant en électricité le fleuve de vapeur qu'absorbe chaque turbine.

En bout d'arbre, un scintillement de l'acier poli révèle, seul, la rotation des machines. Il suffirait d'un instrument bien simple, le stroboscope (1), pour compter minutieusement, d'après les pulsations de ce reflet, le nombre de révolutions par seconde : vingt-cinq. Vingt-cinq tours, à quatre alternances par tour, cela fait du courant à 50 périodes. Tel est le rythme sur lequel sont accordées les trois quarts des machines-outils de la ville. Le reflet qui scintille en mesure sur l'arbre géant scande donc, par son rythme, tout le labeur de Paris. Il ne faut pas que ce rythme cesse, sinon la plupart des ateliers s'arrêteraient de travailler ; il ne faut pas, non plus, qu'il change de fréquence, sinon les machines-outils ne rempliraient plus leurs fonctions, les moteurs se « décrocheraient ».

Tout va bien. Les cadrans indiquent ce qu'il faut d'ampères et de volts. Par le jeu des forces magnétiques mobilisant les « électrons » au cœur des enroulements de cuivre, les douze turbogénérateurs produisent le flot d'électricité que des barres étroites canalisent vers Paris au travail. Ici, la surveillance est presque inutile. Un unique

contremaitre fait les cent pas devant le front des machines.

Qu'est-ce qu'un court-circuit ? Comment les disjoncteurs automatiques protègent une centrale électrique

Mais, voici que, tout là-bas, à l'origine des « barres de départ », une explosion sourde se fait entendre. C'est un disjoncteur qui vient de jouer. Non sans raisons, certes. Quelque part, dans les tunnels où les câbles transmetteurs d'énergie sont alignés, l'un d'eux a dû crever subitement, comme un tuyau d'eau sous une pression accidentelle excessive. Mais, avant que le disjoncteur ne « saute », l'électricité a jailli sous forme d'arc entre les deux tronçons du conducteur coupé. Cet arc a détruit l'isolement du câble et ainsi celui-ci a pu se trouver soit en contact avec le sol, soit avec un câble voisin. Il y a court-circuit.

Le courant électrique prend aussitôt une intensité sans limites.

La dynamo génératrice doit ainsi fournir une quantité considérable d'électricité. Sous l'afflux, le conducteur fond, ses deux tronçons s'éloignent, puis l'arc s'éteint.

Si le court-circuit est trop important, la machine génératrice va succomber dans son effort. L'intensité de l'afflux créé par le court-circuit va porter au rouge et volatiliser les conducteurs internes de la machine, bref, griller son induit, la mettre hors de service,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 133, page 47.

Existe-t-il un remède? Oui : la coupure brusque du circuit entre la génératrice et le point du câble en court-circuit.

Cette opération n'a d'efficacité que si elle est rapide, quasi instantanée. D'autre part, il serait bien inutile de couper, par exemple, tout le réseau pour un court-circuit local. C'est pourquoi les électriciens établissent, aux divers points d'un réseau et suivant leur importance, des appareils capables de couper le courant au moindre danger. Ce sont les *disjoncteurs automatiques*.

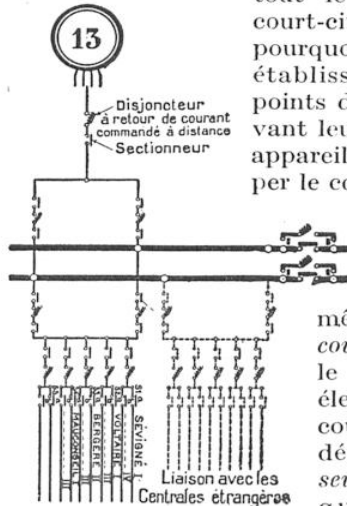


SCHÉMA DES LIGNES DE DÉPART, AU VOISINAGE D'UNE MACHINE GÉNÉRATRICE DE L'USINE DE SAINT-OUEN (C. P. D. E.)

L'alternateur débite sur les barres collectrices, d'où le courant part soit vers les sous-stations, soit vers d'autres centrales avec lesquelles l'usine est en liaison. La machine génératrice est protégée contre les courts-circuits éventuels par un premier disjoncteur (fonctionnant automatiquement et pouvant être commandé à distance) qui la sépare des barres collectrices. Celles-ci sont, à leur tour, protégées des courts-circuits extérieurs à l'usine par des disjoncteurs analogues, placés immédiatement en aval des barres.

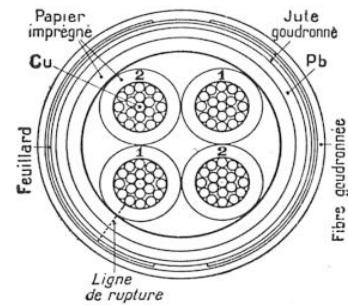
de puissance). On l'utilise même jusque sur des branches importantes du réseau. Mais, aux abords de l'usine, il serait dangereux de se fier à lui seul pour contrôler le débit des branches maîtresses. On lui adjoint le disjoncteur. Et, finalement, un disjoncteur

est porté sur les troncs mêmes du réseau, c'est-à-dire à la sortie de chaque machine génératrice.

Comment les courts-circuits s'engendrent mutuellement, sans qu'il soit, le plus souvent, possible de les prévoir

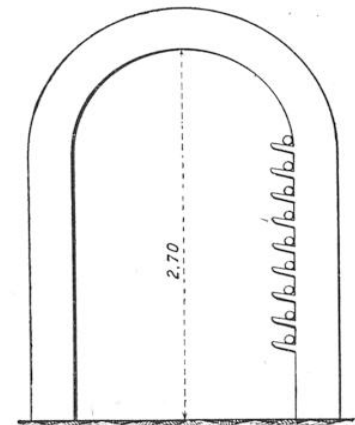
Un disjoncteur vient de jouer à l'usine sur un gros câble de départ. Pourquoi le court-circuit s'est-il produit à cet instant plutôt qu'à tel autre? Personne ne saurait le dire en réalité, mais il y a dix manières de l'imaginer en toute vraisemblance.

Au point où s'est produit le court-circuit, le câble était certainement blessé. Il contenait une fêlure. Une ligne de moindre résistance se trouvait tracée, virtuellement, entre l'une de ses quatre âmes de cuivre et les gaines externes de plomb et de feuillard. Cette « fissure » consistait peut-être en une trace d'humidité dans le papier isolant, peut-être en un rapprochement du conducteur proprement dit et du



COUPE D'UN CÂBLE ÉLECTRIQUE DE DÉPART A L'USINE DE SAINT-OUEN

Cette coupe montre l'extrême soin avec lequel sont protégées les âmes de cuivre intérieures, dans lesquelles passe le courant. Ces âmes, ici au nombre de quatre, portent (par paires) l'une des phases du courant qui est diphasé. Le court-circuit a probablement commencé par s'établir entre les deux « phases » du courant intérieur. Le papier isolant ayant brûlé, l'arc électrique a attaqué l'armature métallique externe et, par là, s'est étendu vers l'extérieur, incendiant le faisceau général de la galerie.



DISPOSITION DES CÂBLES A L'INTÉRIEUR DE LA GALERIE DU SERVICE DES ESSAIS, A SAINT-OUEN

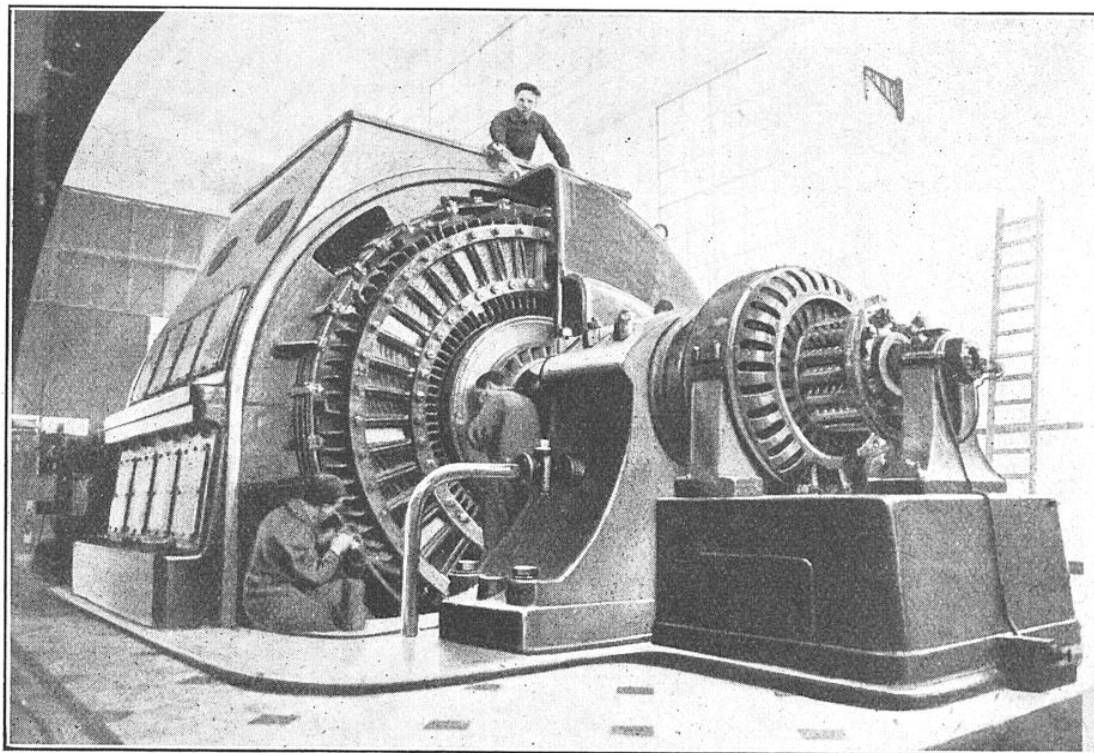
Les câbles électriques sont disposés sur des consoles de ciment armé, en saillie sur les parois de la galerie.

métal extérieur. Bref, *l'isolement* des conducteurs était insuffisant, soit *entre eux* (puisqu'ils transportent des « phases » différentes, c'est-à-dire des courants à des potentiels qui varient sans cesse en décalage mutuel) (1), soit *vis-à-vis du potentiel extérieur* (le zéro de la terre) (2). A la moindre *surtension*, une étincelle va jaillir le long de la fissure,

quelle peut être, à son tour, la cause d'une telle surtension ?

Un court-circuit peut être provoqué par une cause minime

La surtension peut provenir de plusieurs causes : une connexion mal établie entre les machines de l'usine, un emballement des tur-



VUE EN BOUT DE L'ALTERNATEUR DU LABORATOIRE D'ESSAIS, AUX ATELIERS DE CONSTRUCTION DE DELLE

Cette machine est construite pour supporter des efforts considérables mais très brefs. L'échauffement n'a pas le temps de se faire sentir dans les enroulements. Par contre, l'énorme intensité absorbée par ces conducteurs ne les met pas à l'abri des forces électrodynamiques classiques. C'est ainsi que, dans le cas où les enroulements sont couplés en parallèle, la valeur de « pointe » du courant monte dans les conducteurs jusqu'à 136.000 ampères. A ce moment, les parties parallèles des enroulements subissent une répulsion mutuelle de 2.400 kilogrammes par mètre courant. Cette force colossale a donné lieu à un système de fretage des bobines qui les empêche d'« exploser » comme de vulgaires récipients d'air comprimé.

à plusieurs reprises, peut-être, qui agrandira le chemin déjà tracé, jusqu'à ce qu'un arc continu jaillisse entre les deux conducteurs, entraînant par là la catastrophe.

Mais l'origine du mal, c'est bien la première étincelle. D'où vient-elle ? D'une « surtension » accidentelle dans le circuit. Et

(1) Voir l'article de M. Marcel Boll, sur « Le courant alternatif », n° 142, page 279.

(2) On trouvera dans l'article de M. Barbillion (*La Science et la Vie*, n° 142), l'exposé du montage général d'une centrale en courant triphasé (dont le point neutre est la terre).

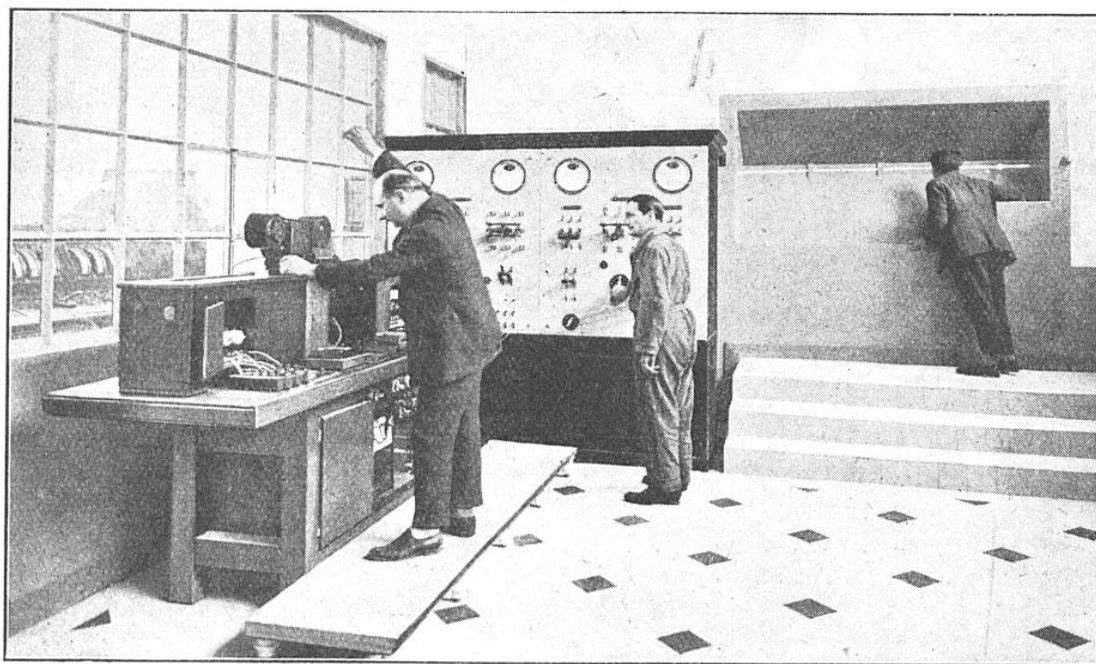
bines, etc. Mais une cause minime peut également la provoquer. En voici une curieuse :

Un rat trotte dans un atelier. Il rencontre un câble d'importance moyenne, isolé seulement par de la gutta-percha qu'il ronge. En atteignant le conducteur, le rat est électrocuté, c'est-à-dire qu'il donne passage lui-même à un courant intense, à un court-circuit. Le rat périt carbonisé et le courant est coupé. Mais cette rupture brusque de courant donne naissance à une *onde* de tension. Cette onde se propage aussitôt dans tout le

réseau parisien. Elle va et vient, emportant avec elle sa propre « tension », ses propres variations de potentiel. Par interférence sur elle-même, elle donne lieu à des nœuds et à des ventres, c'est-à-dire à des points de tension minima ou maxima.

La position de ces points est absolument imprévisible. Elle dépend du point de départ de l'onde, de la forme et de la longueur du

veillant comprend qu'il ne s'agit plus d'un accident isolé. Il coupe à la main les circuits collecteurs principaux. L'ordre est téléphoné aux chauffeurs : « Bas les feux ! » Les foyers sont instantanément privés d'air. Et la vapeur, que les chaudières (à grande surface et faible volume) ne peuvent accumuler plus de vingt secondes, est dirigée vers ses soupapes qui hurlent sur les toits de l'usine.



LE POSTE DE COMMANDE AU « LABORATOIRE DES COURTS-CIRCUITS »

A gauche, l'œil fixé sur les « oscillographes », l'ingénieur donne le signal d'enclenchement qui va lancer le courant à travers les circuits en expérience disposés dans la cour des essais. Au centre, l'électricien, la main sur le commutateur, ferme le courant d'excitation qui va déterminer, au sein de l'alternateur en marche le flux magnétique nécessaire et, par là, un courant d'une très forte intensité. Au fond, à travers la meurtrière pratiquée dans un bouclier d'acier et de ciment, un observateur assiste aux phénomènes qui se déroulent au cours des essais en prenant quelquefois une tournure dangereuse (témoin le cas d'explosion signalé plus loin).

réseau en service (lesquels sont en perpétuelle variation du seul fait de l'utilisation par les abonnés). Supposez que, par un hasard malheureux, un maximum de tension vienne à se produire vers le point où notre câble est blessé. Aussitôt, l'étincelle fatidique jaillit, entraînant d'abord le court-circuit interne, puis le court-circuit extérieur, quand l'arc électrique jaillit entre un tronçon du câble grillé et les autres câbles de la galerie.

A partir de ce moment, ce sont tous les disjoncteurs de préservation qui se déclenchent à l'usine, l'un après l'autre.

Sans attendre que le dernier, celui qui préserve la génératrice, se déclenche, le sur-

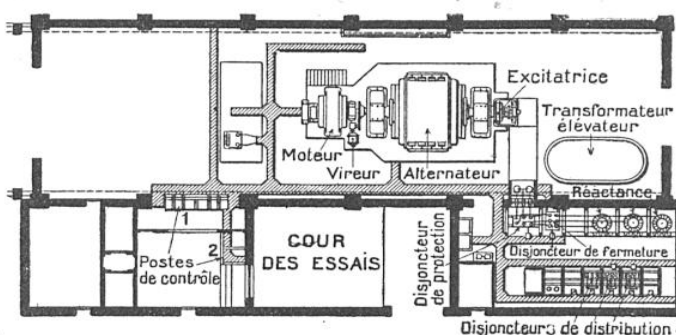
Paris tout entier — ou peu s'en faut — est privé de lumière parce qu'un rat a rongé un centimètre de gutta-percha dans une cave, juste au point qu'il fallait pour déclencher la « panne monstre » !

Le laboratoire des courts-circuits est nécessaire pour éprouver les disjoncteurs

— Et si les disjoncteurs ne fonctionnaient pas ? S'ils venaient à se mettre eux-mêmes en court-circuit, ne serait-ce pas aussitôt la destruction successive des douze machines géantes, dont chacune vaut des millions ?

— Évidemment, ce serait la destruction de l'usine.

Diab! voilà un appareil, le disjoncteur, à qui nous devons respect et soins. Avec l'accroissement incessant des puissances, on ne peut plus se permettre de les construire empiriquement. C'est pourquoi, après les laboratoires consacrés aux surtensions (hauts voltages) et à la résistance des matières isolantes (laboratoire Ampère en France et quelques autres à l'étranger), l'on commence, un peu partout dans le monde, à construire des laboratoires destinés à éclairer le maniement des courants hyperintensifiés (hautes puissances), notamment dans le cas typique du court-circuit.



PLAN DE LA STATION D'ESSAIS A GRANDE PUISSANCE DES ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE DELLE

La salle contenant l'alternateur-générateur et le transformateur-élévateur de tension est isolée de la cour des essais. Celle-ci est clôturée par un mur très épais servant de pare-éclats éventuel. Le poste de commande (voir photographie précédente) est situé à gauche. A droite de la cour, tout le système des disjoncteurs dont les fonctions respectives sont exposées dans le schéma suivant.

Le premier de ces laboratoires, qui s'est trouvé prêt à fonctionner, est celui qui est dû à l'initiative des ateliers de constructions électriques de Delle. Il a été inauguré le 10 février 1929, à Villeurbanne (Rhône). Cette installation est, jusqu'ici, unique dans le monde.

Comment on produit au laboratoire de Villeurbanne, près Lyon, les courants intenses nécessaires à l'essai des disjoncteurs

Le problème était de produire des courants très intenses pour le seul plaisir de les

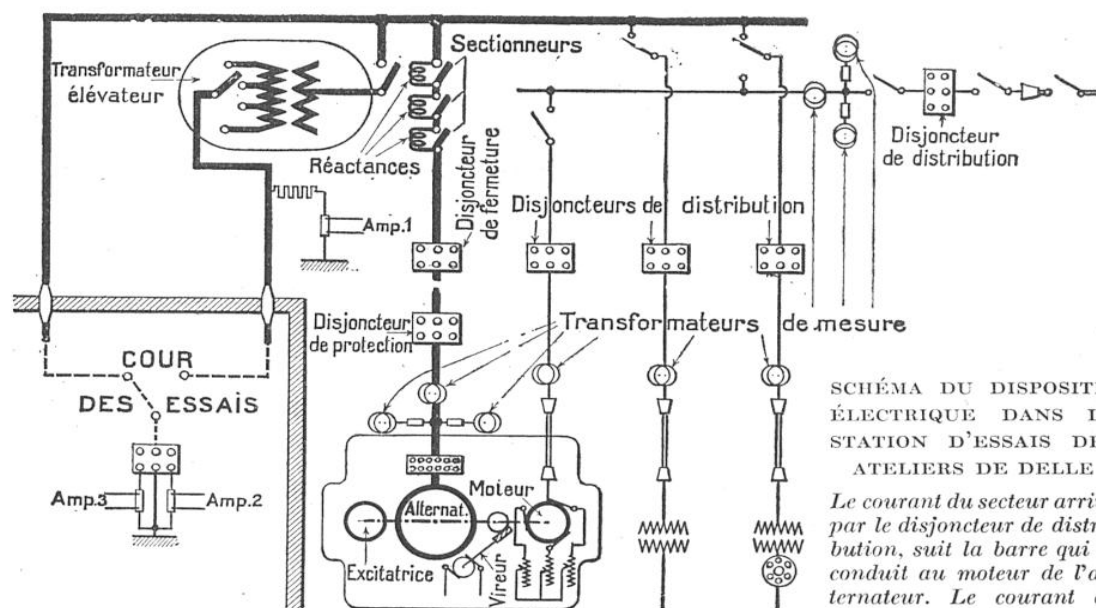


SCHÉMA DU DISPOSITIF ÉLECTRIQUE DANS LA STATION D'ESSAIS DES ATELIERS DE DELLE

Le courant du secteur arrive par le disjoncteur de distribution, suit la barre qui le conduit au moteur de l'alternateur. Le courant de l'alternateur est amené par

la barre principale (en trait gras) vers les appareils en essais dans la cour, soit directement, soit après son passage dans le transformateur-élévateur, qui permet d'obtenir des tensions variées. Le courant venant de l'alternateur, passe par un disjoncteur de « protection » destiné à couper le courant en cas de défaillance de l'appareil essayé (puissance de coupure : 1.000.000 de kilowatts). Un second disjoncteur de « fermeture » sert à établir les courts-circuits. Ce dernier appareil possède un dispositif permettant de contrôler minutieusement le temps qui s'écoule entre l'établissement du court-circuit et l'instant initial du fonctionnement de l'appareil en essai. Les bobines de réactance que l'on rencontre ensuite sur le parcours du courant sont destinées à régler (par leur mise en circuit) l'intensité du courant envoyé sur l'appareil en essai.

couper ou, encore, d'étudier leur effet sur toutes sortes d'appareils contacteurs.

La puissance électrique ne s'obtient, en électricité, qu'en multipliant un gros voltage (tension) par un gros ampérage (intensité) dans un même circuit, ce qui n'est possible qu'en disposant d'une véritable usine comportant un nombre important de chevaux-vapeur.

Cependant la puissance est une chose, le travail en est une autre. S'il faut disposer d'une grande puissance, on n'a pas besoin que ce soit sur beaucoup de temps. Autrement dit, avec peu de travail (dépense d'énergie), on peut réaliser des puissances élevées (travail multiplié par temps), à la condition que ce soit sur peu de secondes.

L'on choisit un alternateur puissant, mais ne dépassant pas l'ordre de grandeur des machines en service normal dans les grandes centrales : 50.000 kilowatts. La partie tournante de la machine (rotor) pèse 40 tonnes. Son frottement sur les coussinets absorbe à lui seul une puissance de 350 ch, malgré le graissage particulièrement soigné.

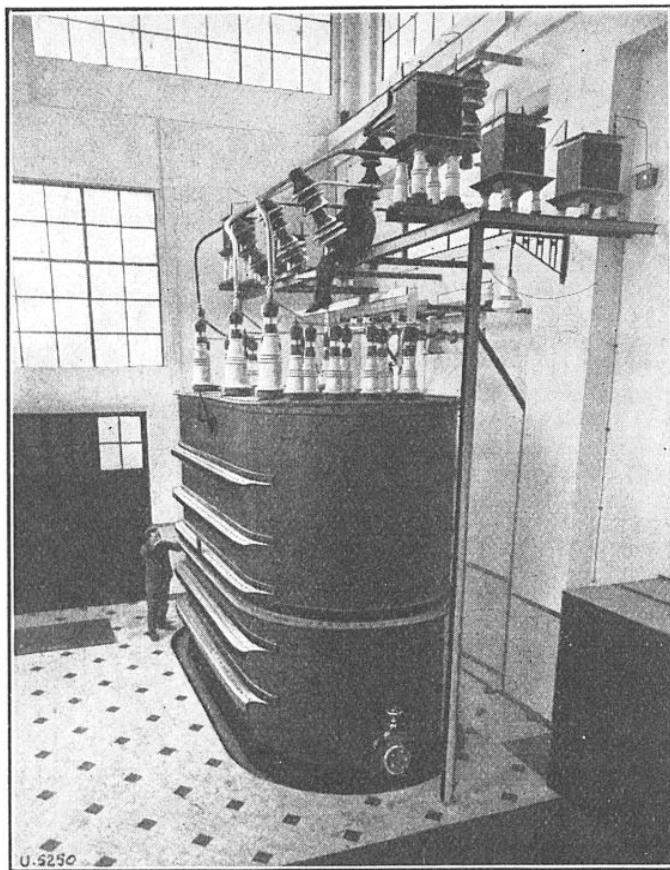
Au lieu de mouvoir ce générateur par une turbine à vapeur (procédé coûteux pour des expériences instantanées), on demande la puissance motrice à un moteur électrique de 2.500 ch seulement (c'est-à-dire vingt-cinq fois moins puissant environ que l'alternateur

lui-même). Avec ce modeste moteur (mis en train, au démarrage, par une autre machine auxiliaire, un *vireur* de 30 ch), on lance le rotor. Lorsqu'il atteint la vitesse de 1.500 tours par minute, correspondant à la fréquence de 50 périodes (qui caractérise la machine), on laisse le rotor tourner sous la

seule impulsion due à l'inertie et on lance dans les bobines de l'inducteur un courant d'excitation très supérieur au courant excitateur normal.

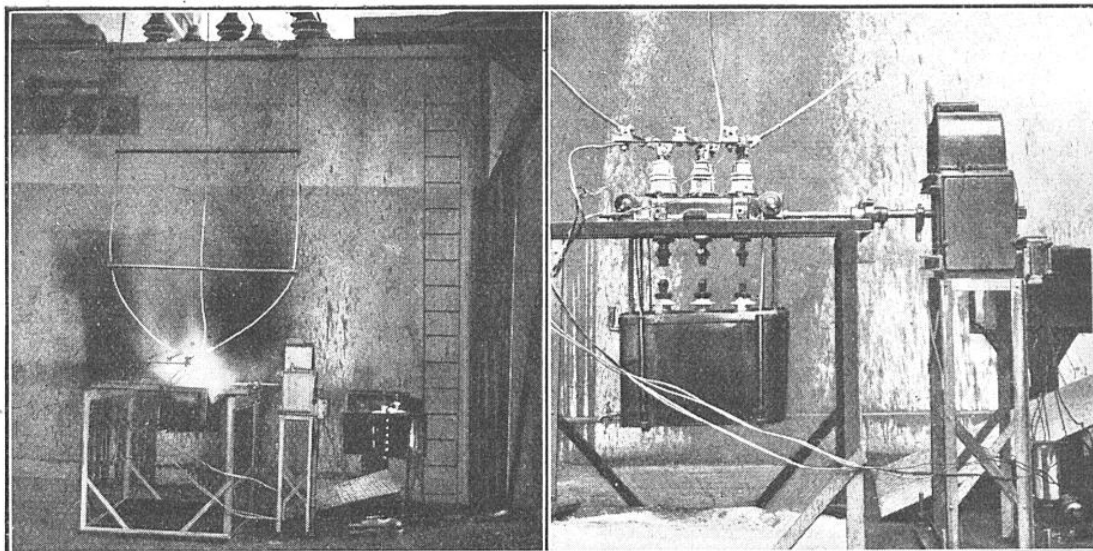
La machine génératrice fournit aussitôt un courant de 4.800 ampères sous 9.000 volts (au lieu de 6.000). Ceci nécessite un isolement spécial des circuits internes de l'alternateur adopté. Sous l'action du champ magnétique auquel il est soumis aussi brutalement — et la puissance produite peut atteindre 530.000 kilowatts, puissance que l'on pourrait doubler encore, à la rigueur, au moyen de certains procédés (Biermans)

— on dispose donc, durant 1, 2, 3 secondes, d'un courant très intense, pour y assujettir les dispositifs de contact ou de rupture que l'on veut expérimenter. C'est le courant normalement débité, à jet continu, par les plus grandes centrales électriques françaises. Ainsi, grâce à cette ingénieuse méthode, on peut aujourd'hui, avec une puissance faible, essayer les appareils dans les conditions normales de leur fonctionnement.



LE TRANSFORMATEUR-ÉLÉVATEUR DE TENSIONS

Cet appareil reçoit de l'alternateur (au primaire) un courant sous une tension de 9.000 volts. Suivant les couplages spéciaux que l'on adopte et qui permettent de scinder son enroulement secondaire en diverses bobines (pouvant être disposées soit en série, soit en parallèle), la tension obtenue atteint 15.000, 26.000, 31.000, 54.000, 62.000 ou, enfin, 107.000 volts.

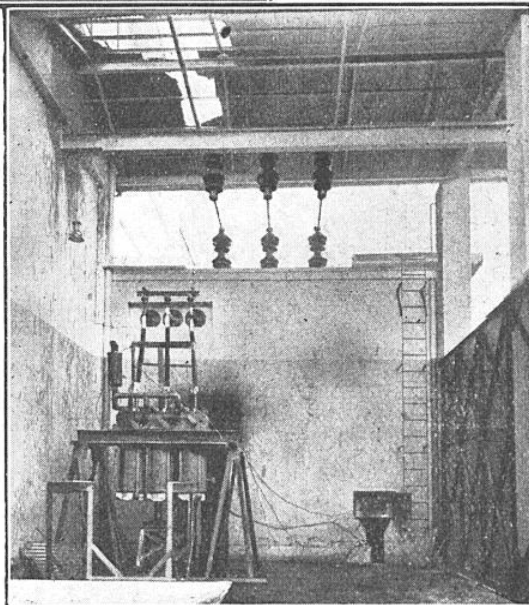


Quelques caractères spéciaux de l'installation du laboratoire des Ateliers de Delle

Les précautions à prendre pour manier une puissance aussi formidable sont minutieuses et difficiles à réaliser.

L'alternateur lui-même, spécialement modifié dans l'isolement de ses circuits ainsi que nous avons dit, a dû être consolidé. Des frettes de bronze maintiennent les « têtes de bobine » qui, sans cela, éclateraient littéralement sous l'effet de répulsion électrodynamique due au courant qui traverse les différentes spires accolées.

Ensuite il a fallu établir des appareils de coupure et de protection capables de préserver la machine, quoi qu'il arrive. Un premier disjoncteur (de fermeture) constitue la vanne de contrôle, à l'arrivée, du courant moteur que la station emprunte au réseau. Un second dis-



QUELQUES RÉSULTATS D'ESSAIS DE COURTS-CIRCUITS FAITS AU LABORATOIRE DE DELLE

En haut, à gauche, instantané d'un court-circuit sur un petit disjoncteur essayé à trois fois sa puissance ; à droite, le disjoncteur après le court-circuit ; en bas, un disjoncteur destiné à la C. P. D. E. a sauté et son capot est allé traverser le toit de la salle d'expériences.

joncteur, de protection, a été spécialement construit de manière à pouvoir être visité facilement après chaque « coup dur ». L'étincelle de rupture d'un tel appareil éclate, naturellement, dans un bain d'huile, non à l'air libre. La cuve à huile peut être vidée, démontée, remontée, remplie en quelques minutes, par un agencement très ingénieux des tôles et des boulons. Ce disjoncteur peut couper un courant transportant une puissance d'un million de kilowatts.

Deux « transformateurs » principaux sont adjoints à la station afin de modifier, au gré des expérimentateurs, l'intensité et la tension des courants mis en jeu.

Grâce à quoi l'on peut opérer à tous les échelons de 15.500 à 107.500 volts. Quant à l'ampérage, il peut passer de l'intensité moyenne 28.000 à l'intensité maxima 68.000. Les appareils à éprouver peuvent donc être essayés quelle que soit leur destination.

Voici comment on effectue les expériences qui sont éminemment dangereuses

Les essais sont extrêmement dangereux. Il faut s'attendre, à tout instant, à l'explosion de l'appareil mis en épreuve. Voici comment on les pratique :

Deux ingénieurs se partagent le soin de l'observation.

La salle des mesures est séparée de la salle des machines par un simple vitrage, mais une plaque de blindage la protège du côté de la cour où est placé l'appareil en essai. Celui-ci (un disjoncteur par exemple) est disposé sous un hangar à toiture mince (fibrociment) incapable de fournir, par conséquent, des matériaux projectiles en cas d'explosion.

Dans le blindage de la salle des mesures est pratiquée une mince fente horizontale. C'est le créneau par lequel l'un des ingénieurs observe. L'autre ingénieur se tient devant le banc des appareils de mesure comportant les « oscillographes », dont la courbe sinueuse fournit l'image concrète du courant alternatif fourni par la machine.

Quand tout est prêt, l'ingénieur des appareils de mesure donne le signal de fermeture du circuit. Un aide, posté devant le tableau, enclenche un commutateur. C'est celui qui donne l'excitation à l'alternateur qui, jusque-là, tournait à vide.

Aussitôt les oscillogrammes marquent des pointes accentuées et toutes sortes d'irrégularités, mesurables au millième de

seconde, qui indiquent la réaction détaillée de l'appareil soumis au choc électrique. Mais cette réaction se manifeste, parfois, de manière un peu moins discrète que la courbe d'un oscillogramme.

Voyez l'une de nos photographies : le disjoncteur que l'on avait prié de rompre gentiment quelque 200.000 kilowatts s'est récusé de façon bruyante. L'étincelle de rupture, au sein de la masse d'huile, a porté celle-ci à une pression telle que la cuve a explosé comme une mine, son couvercle allant percer le toit.

Voici un contacteur à enclenchement que le seul passage du courant dans la barre qui lui est parallèle repousse et désenclenche brutalement. Les barres de conduction se repoussant à raison de 2.400 kilos par mètre courant ont brisé leurs isolateurs dès le premier essai. Il a fallu les entretoiser avec de sérieux liens isolants (bakélite).

• Tel est, sommairement décrit, le magnifique laboratoire dont l'urgence était telle que son programme de travail établi pour satisfaire aux demandes simultanées de plusieurs constructeurs, est, dès maintenant, arrêté pour dix mois. C'est pourquoi l'on parle, dès maintenant, de doubler sa puissance par l'installation d'un second alternateur identique au premier et dont l'emplacement a d'ailleurs été prévu par l'architecte.

JEAN LABADIÉ.

Les photographies qui illustrent cet article nous ont été communiquées par les Ateliers de Constructions électriques de Delle.

APPRENONS QUE :

La Belgique vient de clore une souscription nationale ayant pour but de venir en aide au développement de la science dans ses recherches pures comme dans ses applications.

Ce pays si laborieux, au point de vue technique comme au point de vue industriel, et qui compte moins de 8 millions d'habitants, a recueilli, en quelques semaines, la somme de 120 millions de francs. Si une telle initiative était prise en France et qu'elle fût couronnée d'un succès comparable, la science et l'industrie françaises accroîtraient considérablement leurs moyens d'action et leur capacité de production.

LA SCIENCE UNIVERSELLE AU XX^e SIÈCLE

LES PROGRÈS DE LA PHYSIQUE ANGLAISE DANS LES DIX DERNIÈRES ANNÉES

W. T. ASTBURY

ATTACHÉ A LA ROYAL INSTITUTION
LONDRES

Par MM.

Marcel BOLL

DOCTEUR ÈS SCIENCES
PARIS

Dans deux excellents articles que nous avons publiés, deux des personnalités les plus marquantes de la science allemande (1) et de la science américaine (2) ont exposé les progrès réalisés récemment dans le domaine de la physique moderne. Dans l'étude ci-dessous, un physicien anglais de grande valeur décrit les travaux les plus saillants de ses compatriotes. L'Angleterre a, en effet, donné au monde des découvertes sensationnelles, telles que les théories électroniques, dues à J. J. Thomson; les conceptions les plus audacieuses sur la constitution de la matière, par Rutherford; l'observation du trajet des atomes isolés, par Wilson; les relations entre la cristallographie et les rayons X, par W. H. et W. L. Bragg, et tant d'autres. Comme pour les deux précédents articles, M. Marcel Boll a bien voulu se charger de revoir le texte anglais, de le « repenser » et de l'adapter à l'usage de nos lecteurs.

Les préoccupations du savant s'étendent des plus petits constituants de l'atome jusqu'à l'Univers tout entier. Il est le plus cosmopolite de tous les hommes; il n'a pas de patrie; il est citoyen du monde, de l'univers.

Sans doute, il existe encore certains facteurs qui divisent les nations et les dressent les unes contre les autres. Les coutumes, les traditions, les langues, tout ce qui crée malentendus et préjugés; tout est oublié dès qu'il s'agit d'activité intellectuelle. Nous aimons Beethoven, sans attacher d'importance au pays qui, par hasard, lui donna le jour. Newton et Pasteur sont, pour ainsi dire, un héritage commun au genre humain. Nous sommes fiers d'eux et reconnaissants à leur pays natal, mieux : à l'humanité entière de leur heureux passage parmi nous.

Il y a plusieurs nations, mais il n'y a qu'une seule science. En fait, l'existence des nations est plus nuisible qu'utile aux progrès de la science. Bien des nations sont fières de leur langue, mais les langues sont sources de continuelles difficultés pour les savants. Ainsi, aujourd'hui, on nous prie de parler de l'aspect actuel des sciences physiques en Grande-Bretagne, mais, même pour cette modeste tâche, il est indispensable que les

idées d'un savant anglais soient, non seulement traduites, mais repensées par un de ses collègues de France.

L'activité de Cambridge

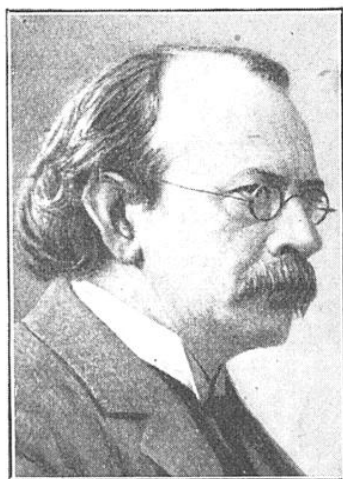
En Angleterre, on considère, à juste titre, Cambridge comme le quartier général de la science, surtout dans le domaine des mathématiques et de la physique. La chaire de physique au laboratoire Cavendish et la présidence de la *Royal Society* sont les plus hautes distinctions scientifiques de la Grande-Bretagne. Et, en effet, une succession de professeurs tels que J. C. Maxwell, J. J. Thomson et E. Rutherford est un honneur pour le pays. Ces trois hommes sont les trois plus grands esprits de la physique anglaise moderne. Aussi commencerons-nous par parler de ce qui a été accompli à Cambridge pendant la période actuelle d'immense progrès scientifique.

Ernest Rutherford, qui est à la fois président de la *Royal Society* et professeur de physique expérimentale à l'Université de Cambridge, est, pour ainsi dire, un « produit » de l'Empire Britannique tout entier. De famille écossaise, il est né en Nouvelle-Zélande; il fit ses premières expériences à Cambridge, fut reçu professeur à Montréal et retourna ensuite en Angleterre, où il fut d'abord professeur à Manchester. A peu près

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 120, page 499.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 133, page 465.

toute sa vie scientifique fut consacrée à l'étude des phénomènes de la radioactivité et de la structure de l'atome. Il n'avait encore que vingt-cinq ans, quand Henri Becquerel découvrit la radioactivité ; deux ans après, Pierre et Marie Curie isolèrent le radium et Rutherford se lança, avec enthousiasme, à la poursuite de ce domaine inexploré de la physique atomique. Beaucoup de grandes découvertes en radioactivité sont actuellement associées à son nom ; notamment, il découvrit les rayons alpha et étudia leurs propriétés (ces rayons alpha sont des



J. J. THOMSON
Né en 1856.

*Un des plus grands savants contemporains, l'un des promoteurs des théories électroniques.
Prix Nobel, 1906.*

atome pendant les toutes dernières années. Ces expériences montrent que l'atome est constitué par un *noyau* central (chargé positivement) et ayant des dimensions extraordinairement faibles : son diamètre est de l'ordre du cent-milliardième de millimètre. Pratiquement, c'est dans ce noyau qu'est concentrée toute la masse de l'atome. Autour de ce noyau circulent, comme les planètes autour du Soleil, des particules négatives appelées *électrons*. Leur nombre est tel qu'elles neutralisent l'électricité positive du noyau central. Puisque le diamètre de l'atome est de l'ordre du dix-millionième de millimètre, nous voyons que l'atome est relativement énorme entre le centre positif et les satellites négatifs.

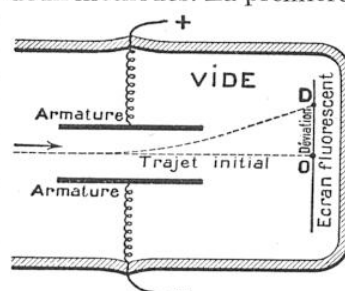
En 1913, le physicien danois Niels Bohr, qui travaillait dans le laboratoire de Rutherford,

à Manchester, partit du modèle d'atome de Rutherford pour édifier sa propre conception des quanta, reliant les processus intratomiques à la production des spectres optiques. Il a publié ses remarquables études en anglais dans le *Philosophical Magazine*. Ces études ont complètement bouleversé nos théories sur l'atome ; et ce fut une tâche considérable pour les savants modernes de coordonner la multitude d'idées que la dernière décade a mises en branle.

Méthode de scintillation

Les savants qui travaillent au laboratoire Cavendish, sous la direction de Rutherford, ont poursuivi leurs recherches en utilisant principalement deux méthodes. La première,

proposée par l'Allemand Geiger et l'Anglais Marsden, est la « méthode de scintillation » : elle consiste dans l'observation « au microscope » d'un écran phosphorescent (généralement en sulfure de zinc) soumis au bombardement des particules alpha. Chaque particule qui atteint l'écran



DÉVIATION ÉLECTRIQUE DES ÉLECTRONS (J. J. THOMSON)

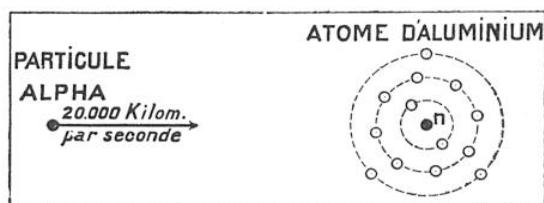
Des électrons arrivent de la gauche et produisent une tache O sur l'écran fluorescent. Lorsqu'on réunit les armatures à une source d'électricité, la tache se déplace de O en D, et la mesure de cette déviation nous renseigne sur les grandeurs caractéristiques de l'électron.

provoque une tache lumineuse, bien séparée et bien distincte. En comptant ces taches lumineuses, qui représentent chacune une catastrophe atomique, on peut déterminer numériquement le nombre de particules émises dans une direction donnée. Geiger, Marsden, Chadwick, Nuttall et Bieler ont tous fait des expériences de ce genre ; ils ont déterminé le nombre des particules émises dans diverses directions au moment où le pinceau des particules tombe sur une mince couche de matière. La plupart des particules alpha passent sans déviation, mais une petite proportion d'entre elles est renvoyée en arrière, suivant un grand angle, ce qui présente un intérêt considérable pour la théorie atomique. Ces réflexions sont le résultat des rencontres individuelles entre les particules alpha et les noyaux des atomes soumis au bombardement. Dans tous les cas,

le résultat expérimental correspondit à l'hypothèse d'un noyau central très petit, contenant à peu près toute la masse de l'atome et possédant une charge positive égale au nombre atomique de l'élément. Le nombre atomique est la place que l'élément occupe parmi les autres éléments rangés suivant l'ordre croissant des masses atomiques :

(hydrogène 1,
hélium 2,
lithium 3, etc...)

Les calculs partent des lois les plus familières de la mécanique et de l'électricité, par exemple de la loi de Coulomb, énonçant que la force d'attraction entre deux charges électriques est inversement proportionnelle aux carrés des distances.



TRANSMUTATION ARTIFICIELLE DE L'ALUMINIUM (E. RUTHERFORD)

Quand on bombarde de l'aluminium par des particules alpha émises par des corps radioactifs, le noyau n'explose et on constate l'apparition d'hydrogène.

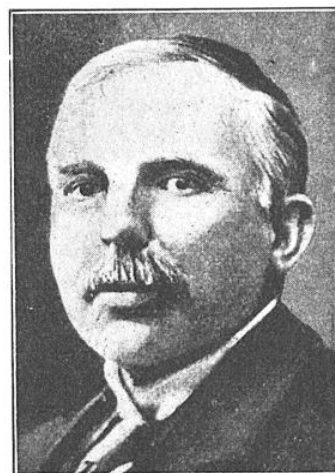
Les expériences montrent que cette formule habituelle est valable même quand nous approchons à un cent-milliardième de millimètre du centre de l'atome. A des distances encore plus petites, la formule ne convient plus et nous sommes forcés de conclure que nous pénétrons alors à l'intérieur même du noyau.

Méthode de condensation

Une méthode merveilleuse pour la démonstration des collisions atomiques et des phénomènes s'y rattachant est la « méthode de condensation », inventée par C. T. R. Wilson, professeur à Cambridge.

Quand les particules alpha (et certains autres rayonnements) passent à travers un gaz, ils l'ionisent, c'est-à-dire qu'ils divisent plusieurs de ses atomes en fragments porteurs d'électricité négative ou positive; le parcours des particules alpha à travers un gaz est jonché, pour ainsi dire, des corps de leurs victimes. Wilson montra que les débris ainsi abandonnés après le passage des noyaux d'hélium ont le pouvoir de condenser

autour d'eux la vapeur d'eau. Immédiatement après le passage, on détend le gaz saturé de vapeur d'eau; il se condense un brouillard autour des ions laissés sur le passage de chaque particule. De cette façon, les chemins individuels peuvent être facilement observés à l'œil nu sous forme d'une ligne très fine de vapeur blanche. Shimizu, qui travaillait à Cambridge, a construit un bel appareil fondé sur ce principe et qui permet de prendre les photographies des traces immédiatement après leur formation. Blackett a utilisé cet appareil avec beaucoup de succès; il a pris des milliers de photographies (ce qui est nécessaire, car certains phénomènes atomiques ne se produisent qu'exceptionnellement) montrant le passage des noyaux d'hélium et des électrons à travers les gaz. En prenant non plus un seul cliché, mais deux simultanés, dans deux directions perpendiculaires, il fut possible de déterminer la forme réelle du trajet des particules. Il y avait là une confirmation des résultats obtenus par les expériences de scintillation. Il est réellement très attrayant de photographier les accidents dans cet univers en miniature des gaz.



E. RUTHERFORD
Né en 1871.

Illustre savant anglais, l'un des maîtres de la physique atomique. Prix Nobel 1908.

Les noyaux atomiques

En étudiant les particules d'hélium (rayons alpha) et les électrons (rayons bêta) après leurs départs de l'atome radioactif, ainsi que le rayonnement émis (rayons gamma), les travailleurs de Cambridge ont surtout exploré le noyau atomique qui est l'origine de ces rayons. Dès maintenant, il n'y a plus de doute que le noyau est le siège de toutes ces manifestations, car les phénomènes de radioactivité ne sont nullement influencés par les influences physiques ou chimiques ordinaires. Au contraire, les électrons exté-

rieurs déterminent les propriétés chimiques de l'élément et les spectres optiques, mais la radioactivité et la masse sont les propriétés du noyau seul. Jusqu'à présent, nous connaissons mal les phénomènes dont le noyau est le siège et les causes des explosions radioactives qui expulsent les particules. Mais, pendant la dernière décade, à Cambridge, on a fait des pas en avant pour la solution de ces problèmes obscurs.

Les résultats des travaux de Ellis et de ses collaborateurs (Chadwick, Skinner, Wooster, Gurney, Emeleus et Black) sont extrêmement intéressants. Ils ont étudié les spectres des rayons bêta et gamma émis par divers corps radioactifs. Les rayons bêta (électrons très rapides) subissent de la part d'un champ magnétique extérieur une déviation qui dépend de leur vitesse. On obtient ainsi ce qu'on a l'habitude d'appeler le « spectre magnétique » d'un pinceau hétérogène des rayons bêta, et on constate qu'en plus d'une suite continue de vitesses, il existe des groupes bien définis d'électrons animés de vitesses identiques. Les analyses des spectres magnétiques ont montré que les rayons gamma les plus durs (c'est-à-dire de plus grande fréquence) peuvent être expliqués par l'existence de niveaux d'énergie à l'intérieur du noyau, correspondant aux niveaux imaginés par Bohr pour les électrons extérieurs. On suppose que la désintégration provient des diverses couches du noyau et que le rajustage de ces couches produit ensuite les rayons gamma. Mais nous ignorons, pour le moment, comment les rayons alpha prennent naissance dans le noyau.

Les transmutations artificielles

Le problème des *transmutations* est un de ceux qui passionnent le plus le grand public : tout le moyen âge caressa l'espoir de transformer les métaux en or ; les alchimistes d'alors espéraient « teindre » les métaux en or d'une façon intime et complète, grâce à l'invention d'un principe colorant ou « poudre de projection », qui devint, plus tard, la « pierre philosophale ». On cuisait le mélange convenable, à feu modéré, jusqu'à ce que la matière devint noire ; on augmentait le feu, elle blanchissait, et un feu plus ardent la teignait en rouge.

C'est à peu près la même technique que préconisent ceux de nos contemporains qui ne comprennent pas l'anachronisme ridicule qui réside dans leur propre dénomination d'« alchimistes » : ils chauffent de l'argent avec du sulfure d'antimoine, cela se teint

en jaune et ils se figurent fabriquer de l'or... Nous avons là un exemple frappant du développement des applications scientifiques : jamais telle application n'a été découverte *parce qu'on la souhaitait vivement* ou parce que sa commodité pouvait améliorer les conditions de la vie humaine ; bien au contraire, les applications importantes sont toujours l'œuvre de chercheurs désintéressés qui ne visent qu'à *accroître la connaissance théorique* de l'humanité.

Les transmutations, tant artificielles que spontanées, n'en sont pas moins devenues d'incontestables réalités ; mais la science, indifférente aux rêves des hommes, n'a pas choisi, comme résultat de ces transmutations, l'or parmi la centaine de corps simples qui constituent l'univers. La radioactivité, découverte glorieuse de Henri Becquerel, de Pierre Curie, de Marie Curie, nous livre surtout un gaz de l'hélium ; et c'est un autre gaz, de l'hydrogène, que les physiciens de Cambridge ont créé de toutes pièces, à partir des corps simples les plus variés, ainsi que nous allons le rappeler brièvement.

Rutherford, Chadwick, Bieler, Blackett et Mc Aulay, ont, tout dernièrement, réalisé quelques remarquables expériences, au cours desquelles ils ont littéralement bombardé le noyau par les particules alpha.

Les deux méthodes (scintillation et condensation) étaient utilisées, et il était démontré que, quand les particules alpha sont lancées dans de l'azote, par exemple, *des noyaux d'hydrogène (ou protons) sont chassés des noyaux de l'élément bombardé*. Ainsi se confirme l'hypothèse que l'Anglais Prout émit il y a plus d'un siècle. Plusieurs noyaux ont déjà succombé à la suite de ce bombardement en miniature : le bore, l'azote, le fluor, le sodium, l'aluminium, le soufre, le phosphore, le néon, le magnésium, le silicium, l'argon, le chlore et le potassium. Les noyaux d'hydrogène apparaissent le plus nettement dans le bombardement des éléments, dont le nombre atomique est impair. Bref, comme suite à trente ans de recherches, Rutherford a réussi à formuler une théorie de la structure du noyau. Cette théorie n'est pas encore aussi détaillée que celle des électrons extérieurs, mais les premiers jalons sont posés, et on peut en espérer une fécondité comparable à celle des premières découvertes du savant.

Les isotopes

La Grande Guerre a enlevé le jeune et brillant chercheur Moseley ; c'est à lui que nous devons le véritable principe de la clas-

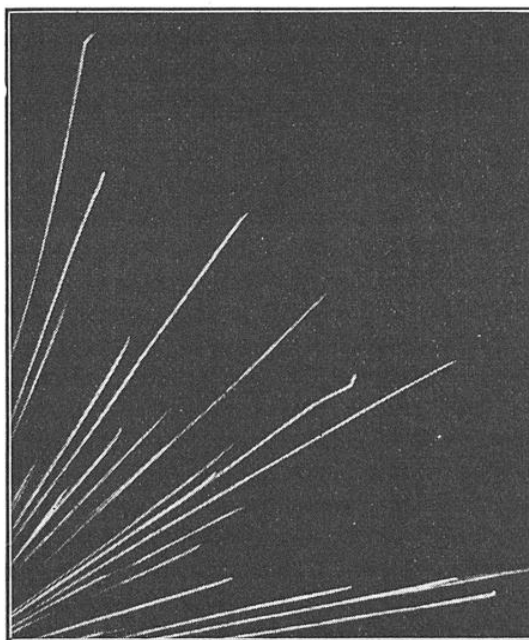
sification périodique des éléments, en s'appuyant sur les fréquences des rayons X émis par chacun d'eux. Il y a là une méthode puissante, propre à identifier le peu d'éléments qu'il reste encore à découvrir. Un certain nombre d'entre eux furent isolés tout récemment, et peut-être leurs noms sont-ils un peu trop entachés de nationalisme. Remarque qui ne donne que plus de valeur au travail d'Aston : il a découvert plus d'éléments que n'importe quel autre savant, mais il ne s'est jamais préoccupé de les baptiser.

F. Soddy, aujourd'hui professeur à Oxford, avait découvert les isotopes radioactifs. Et c'est pour ses recherches sur les isotopes qu'Aston a reçu le prix Nobel.

J. J. Thomson proposa, naguère, une méthode de détermination des masses et charges des atomes électrisés : il déviait ces derniers, en superposant les champs électrique et magnétique, de telle façon que toutes les particules de même charge électrique dessinaient une parabole sur la plaque photographique. Aston améliora beaucoup cette méthode en utilisant des champs électrique et magnétique à angle droit, l'un par rapport à l'autre. Grâce à cela, les rayons apparaissent très nettement sur la plaque, et il est possible de mesurer les masses atomiques avec une précision de 1/1.000. Les masses atomiques des éléments ne sont pas des nombres entiers, et ce fait n'avait jamais été interprété avant les remarquables découvertes de physique atomique, au début de ce siècle. Il est reconnu, maintenant, que les éléments, comme on les trouve ordinairement, sont un véritable mélange des éléments simples, dont les masses atomiques sont des nombres entiers, si nous prenons l'oxygène égal à 16 (l'hydrogène, qui vaut 1,008, est une unique exception). Les éléments mélangés ont des

propriétés chimiques identiques, mais des masses atomiques différentes. On les appelle les isotopes de l'élément en question. Par exemple, le chlore ordinaire possède une masse atomique de 35,46, car il est, en réalité, un mélange de deux chlores isotopes, dont les masses sont 35 et 37. Les anciens chimistes avaient besoin d'un nombre gigantesque de molécules pour déterminer exactement la masse atomique ; mais, maintenant, le spectrographe de masses — tel

est le nom de l'appareil d'Aston — se contente d'un nombre de molécules ridiculement faible. La vieille méthode exigeait mille milliards de molécules ; mille molécules donnent un résultat mesurable sur la plaque photographique. Les méthodes de scintillation et de condensation décrites plus haut se contentent d'un nombre de molécules encore plus petit, puisque les atomes individuels sont séparés et comptés, de même que les fractions d'atome, les électrons sont suivis le long de leur carrière aventureuse.



TRAJECTOIRES ATOMIQUES (C. T. R. WILSON)

Les particules alpha condensent de la vapeur d'eau sur leur passage et on obtient le cliché reproduit ci-dessus.

Autres recherches poursuivies à Cambridge

C. T. R. Wilson, l'inventeur de la méthode de condensation, a porté dernièrement son activité sur les problèmes de la météorologie, notamment de l'électricité atmosphérique. Ses travaux ont donné des résultats intéressants sur la nature des orages et sur l'origine des rayons gamma très durs (appelés rayons cosmiques), qui furent étudiés principalement par l'Américain Millikan et d'autres. Wilson a remarqué que les particules électrisées, présentes dans l'atmosphère, peuvent atteindre de très grandes vitesses dans les formidables champs électriques des orages, et qu'elles peuvent être capables de la production de rayons électromagnétiques très durs.

A propos de ces champs intenses, il faut noter qu'un jeune Russe Kapitza, a travaillé

à Cambridge pendant plusieurs années avec la collaboration d'industriels britanniques, et s'est occupé de la production et de l'utilisation des champs magnétiques les plus intenses qui ont jamais été obtenus dans les laboratoires, soit plus de 350.000 gauss. La physique prévoit que, dans des champs magnétiques aussi énormes, on doit observer certains phénomènes remarquables, et, en effet, Kapitza, après plusieurs années de travail acharné, a pu vérifier un grand nombre de ces prévisions et a ainsi justifié les grandes dépenses exigées par ses recherches. Nous savons qu'un champ très intense existe à l'intérieur de l'atome, et c'est avec l'espoir de s'approcher autant que possible de ces conditions intratomiques, que ces recherches préliminaires ont été faites. Un des points les plus remarquables dans ces expériences est le suivant : tous les processus observés (libération soudaine d'un grand courant électrique, production concomitante du champ magnétique intense, phénomènes particuliers dus à ce champ), doivent être accomplis dans une petite fraction de seconde ; par suite, les puissances mises en jeu sont tellement énormes que la mise au point des appareils a demandé des qualités d'intelligence et de courage de premier ordre.

Dans le domaine de la physique théorique, Cambridge n'était pas non plus oisif. On doit, certes, reconnaître que l'esprit britannique ne se complait guère dans les recherches abstraites, à l'inverse de l'esprit continental. Les Anglais préfèrent, en général, des méthodes plus simples, plus intuitives : les dessins parlent à leur imagination mieux que les symboles mathématiques. Cependant, toute règle a ses exceptions ; et il serait injuste d'oublier des noms, tels que ceux de P. Dirac et R. H. Fowler, qui ont contribué largement à la théorie des phénomènes atomiques. Dirac, tout particulièrement, dans la théorie des matrices, a conquis sa place, à côté des théoriciens, tels que les Allemands M. Born, W. Heisenberg, P. Jordan ; l'Autrichien E. Schrödinger ; le Français L. de Broglie et d'autres.

L'activité de Londres

Nous allons diriger notre attention sur l'activité scientifique de Londres. Avant tout, nous parlerons de la *Royal Institution*, dont W.-H. Bragg est le président actuel. Fondé par Rumford, il y a cent ans, la *Royal Institution* a été successivement dirigée par Davy, Faraday, Tyndall, Dewar et Bragg, cinq géants du monde scientifique, surtout

l'immortel Faraday, dont le centenaire a été célébré en 1925. Une annexe, connue sous le nom de « Davy Faraday Research Laboratory », fut fondée et dotée par L. Mond ; ce laboratoire, dirigé par Bragg depuis 1923, se consacre à l'étude de la structure cristalline par les rayons X. Les lois principales relatives à la diffraction des rayons X par les cristaux étaient découvertes par Bragg et son fils, W. L. Bragg, actuellement professeur à l'Université de Manchester. En continuant leurs premières recherches, ces deux savants ont contribué largement au développement de la science moderne.

D'une manière générale, la *Royal Institution* a consacré son temps à l'étude de la structure de cristaux organiques, tandis que Manchester s'est particulièrement occupé de la structure des cristaux inorganiques et du problème de l'intensité des rayons X réfléchis par ces derniers. W. L. Bragg et ses collaborateurs s'occupèrent, notamment, des silicates, qui jouent un si grand rôle dans la structure de l'écorce terrestre. Eh bien ! ces corps, apparemment si complexes, sont, en réalité, plus simples qu'on l'aurait supposé, et leur structure repose sur l'encombrement spatial de l'atome de l'oxygène. Il existe deux moyens de répartition des sphères : le premier se confond avec la structure du cube à faces centrées ; le deuxième est la répartition hexagonale, qui correspond à la simple répartition d'une pile de boulets dans laquelle chaque couche serait identique à la couche voisine. Le plus souvent, les atomes d'oxygène se présentent comme des sphères d'environ 27 cent-millionièmes de millimètre de diamètre. Les autres atomes (métaux, silicium, etc.), étant beaucoup plus petits que celui de l'oxygène, se répartissent dans les interstices des atomes de l'oxygène et ne déforment que très peu leur arrangement : les atomes d'oxygène forment la carcasse du cristal, tandis que les autres atomes de silicium, d'aluminium, de magnésium, de glucinium..., occupent les « trous » laissés libres (W. L. Bragg et G. B. Brown, West, Taylor...). Remarquons aussi que W.-H. Bragg et R. E. Gibbs ont déterminé l'arrangement des atomes dans les cristaux de quartz et de tridymite, qui ont la même composition chimique. Ces derniers cristaux possèdent une structure analogue à celle de la glace, précisée il y a quelques années par W. H. Bragg : la glace présente un bel arrangement hexagonal, dans lequel chaque atome d'oxygène est entouré par quatre atomes d'hydrogène, et chaque atome d'hydrogène, par deux atomes d'oxygène. Le tout forme une sorte

de maille ressemblant étrangement aux floraisons merveilleuses formées, en hiver, par les cristaux de glace sur nos vitres.

Autres travaux sur les rayons X

Le nom de W.-H. Bragg est également associé au problème de la réflexion des rayons X sur les divers plans du cristal; cette étude a été facilitée par le spectromètre à ionisation qu'il a construit. La partie théorique fut traitée par C. G. Darwin, aujourd'hui professeur à l'Université d'Edimbourg, où il est collègue de Ch. Barkla, qui s'occupa, lui aussi, des rayons X. Une des difficultés, qui a souvent empêché le progrès dans les études des cristaux, était l'établissement d'un instrument capable de mesurer *photographiquement* l'intensité *totale* des rayons X. Sur les radiogrammes, cette intensité doit être déduite de l'observation de taches d'une forme, d'une étendue et d'une noirceur arbitraires. La mesure, par une seule observation (comme c'est le cas pour le spectromètre à ionisation), de l'intensité *totale* correspondant à chaque tache, présente de très grandes difficultés. L'auteur anglais de cet article a proposé l'emploi d'un photomètre intégrant pour rayons X.

Le «Davy Faraday Laboratory» s'occupe plus particulièrement de la structure des cristaux organiques. Par suite du grand nombre d'atomes, ces recherches sont d'une difficulté bien plus considérable que celle des cristaux inorganiques. Il est, en général, possible de déterminer la symétrie moléculaire de la molécule organique, mais la disposition exacte des atomes nous échappe encore. Il convient de citer

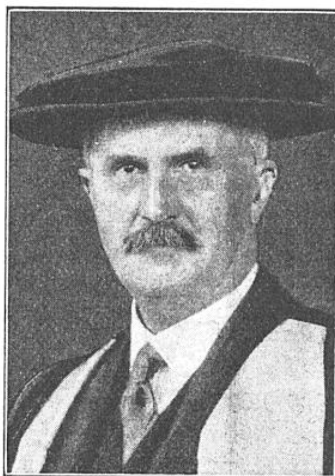
les résultats obtenus par W. H. Bragg (avec la naphthaline et l'anthracène); par Miss Yardley avec les dérivées de l'éthane; par W. T. Astbury avec les acides tartriques, l'acétate de glucinium et les acétylacétonates métalliques; par Bernal avec le graphite; par Muller et Shearer avec un grand nombre d'acides, d'éthers, de cétones à chaîne longue. Ces dernières recherches présentent un très grand intérêt au point de vue chimique. Adam, travaillant à l'Université de Sheffield, a obtenu des résultats analogues en utilisant des méthodes autres que les rayons X. Citons aussi les résultats obtenus par Piper et Grindley, par Tyndall et ses collaborateurs à l'Université de Bristol. Là aussi, Lennard-Jones a publié des travaux concernant les forces intratomiques; ses calculs sur la structure

de l'argon cadrent très bien avec les résultats de l'expérience. Là encore, Jackson et Sucksmith se sont occupés du magnétisme des cristaux.

Retournons maintenant vers Londres. L'Université de Londres est numériquement

la plus grande université du pays, mais son influence est inférieure à celles des universités plus anciennes. Néanmoins, pour des raisons très claires, c'est un centre scientifique important. Londres est le siège des sociétés scientifiques et des grandes maisons de construction d'appareils scientifiques.

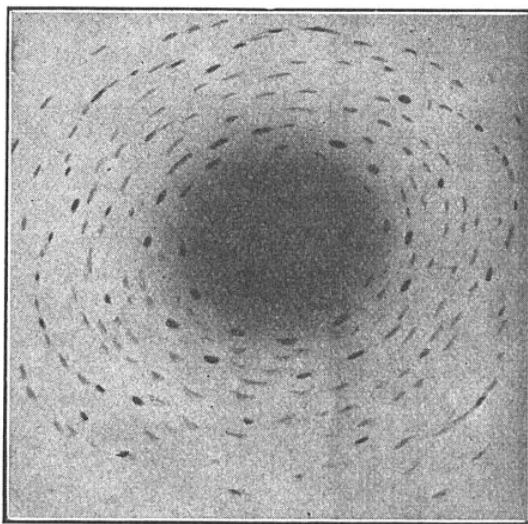
W. H. Bragg occupait la place de professeur de physique à l'Université de 1915 à 1923, et c'est là qu'il a posé les bases de son travail sur la structure des composés organiques aromatiques. Juste après



W. H. BRAGG

Né en 1862.

Savant anglais. Prix Nobel 1916.



UN RADIOGRAMME (W. H. ET W. L. BRAGG)
(Cliché obtenu par les rayons X atteignant un cristal, ici l'émeraude, silicate d'aluminium et de glucinium.)

la guerre, il a montré que la naphthaline et l'anthracène ont une structure cristalline analogue. Ces derniers sont construits d'unités ayant la forme et la dimension des molécules connues depuis longtemps par les chimistes spécialisés dans la chimie organique. En particulier, la molécule d'anthracène est simplement la molécule de naphthaline agrandie par l'addition d'un noyau de benzène. Cette découverte est d'une très grande importance pour la cristallographie.

Les molécules des composés organiques, à l'état cristallin, doivent être considérées comme des unités distinctes, identiques (ou presque) avec la molécule stéréochimique des manuels de chimie. Après le départ de Bragg, la chaire de physique fut occupée par A. W. Porter qui, à ce moment, poursuivait le développement des travaux du Français Jean Perrin sur les suspensions.

Tout le monde connaît les recherches de Perrin sur la distribution des particules de gomme-gutte dans les suspensions colloïdales de cette matière. Porter a étendu ses recherches aux couches plus profondes des liquides, où la distribution des particules devient constante.

Dans l'*Imperial College*, nous avons A. Fowler, Rankine, Chapman. Fowler est un des premiers spectroscopistes. Nous lui devons la découverte de plusieurs nouvelles séries spectrales, en particulier les séries de l'hélium ionisé, expliquées par Bohr dans

ses premiers et remarquables mémoires. Dernièrement, il a étudié les spectres du silicium ionisé et du carbone et a donné des raisons contre la distribution rigoureusement tétraédrale des électrons dans l'atome de carbone. Rankine a utilisé largement sa propre méthode de mesure des viscosités gazeuses pour la détermination des diamètres

moléculaires des gaz, tandis que Chapman a collaboré avec W. L. Bragg pour le calcul des carbonates rhomboédriques.

O. W. Richardson, de King's College, a acquis une grande réputation pour ses travaux sur l'émission des électrons, par les corps chauds. Mais, dernièrement, il a porté son attention sur la production et l'étude des rayons X mous.

Parmi les travaux poursuivis dans les autres universités, nous devons mentionner les travaux de G. P. Thomson, fils de J. J. Thomson, à

Aberdeen. Thomson a démontré avec succès, par la méthode photographique, la réalité d'existence d'ondes électroniques, postulées par le Français L. de Broglie et développées par l'Autrichien E. Schrödinger et ses continuateurs. Davisson et Germer, en Amérique, ont posé les fondations de ces travaux, ayant observé les premiers une réflexion locale des électrons lents par les cristaux de nickel. Ces savants étudiaient les électrons dispersés et les mesuraient directement par les méthodes électrométriques, mais G. P. Thomson a construit



CARTE PARTIELLE DE LA GRANDE-BRETAGNE

Cette carte indique les centres principaux où s'est développée la physique dans ces dernières années. Les noms des savants sont, en général, rangés suivant l'ordre où ils sont cités dans le texte.

un appareil photographique extrêmement simple, dans lequel un pinceau d'électrons est envoyé à travers une feuille très mince, en matière diffusante (feuille d'or, aluminium, collodion). La plaque photographique enregistrait alors une série de cercles entourant la tache centrale et semblables aux photographies de Debye et Scherrer, obtenues quand le pinceau de rayons X passe à travers une feuille métallique. La chose la plus remarquable est que, si on calcule, à partir de la vitesse des électrons, la longueur d'onde correspondante de l'onde de de Broglie, on peut considérer cette dernière comme rayons X et calculer les diamètres des cercles réfléchis par le réseau cristallin du métal de la feuille, en concordance avec la loi de Bragg. L'accord entre la théorie et la pratique est parfait : c'est là un résultat extrêmement important pour la nouvelle *mécanique ondulatoire*. Ce qui a le plus contribué au succès de la méthode de Thomson, c'est l'utilisation de feuilles de diffusion tellement fines que la diffusion multiple devenait impossible. Dymond, du laboratoire Cavendish, a également observé, mais non photographiquement, le cercle de diffusion pour l'hélium.

Il est impossible, dans une étude aussi rapide, de rendre complètement justice à tout ce qui concerne le travail scientifique d'un pays. Les nouveaux exemples des travaux difficiles et menés avec succès viennent continuellement à l'esprit, et l'on doit renoncer à donner mieux qu'une idée sommaire de l'énorme travail mené dans les laboratoires par l'armée des travailleurs désintéressés. Il faut, néanmoins, rappeler les noms de Larmor, de Lindemann, de Rosenhain ; le remarquable travail de Baly, à Liverpool, sur la photosynthèse des sucres complexes, en partant de l'eau et du gaz carbonique ; les recherches de Baird sur la télévision ; les rapides progrès réalisés par les savants britanniques dans le domaine des ondes courtes ; les diverses recherches faites au Laboratoire national de physique (à Londres) en hydrodynamique, thermométrie, photométrie, radiologie, etc.

L'astronomie

Les progrès de la physique ont eu un retentissement considérable sur l'astronomie, en créant l'*astrophysique*, qui s'occupe de la constitution des corps célestes. L'astronomie anglaise a le bonheur de posséder des savants aussi brillants que Eddington et Jeans. Eddington est le représentant britannique de la théorie de la relativité et le meilleur professeur du pays. Il a mené à bien plusieurs recherches sur la distribution des étoiles et leur constitution intérieure. Pour ce dernier travail, il a reçu la médaille de la *Royal Society*. Ce travail lui a permis de faire une série fascinante de déductions, et les étoiles étaient utilisées pour jeter la lumière sur la construction intérieure de l'atome. Un des jeunes membres de la même école, Milne, a publié un compte rendu important sur l'atmosphère du Soleil. James Jeans est sans aucun doute l'un des maîtres de la science. Son dernier travail, *Astronomie et Cosmogonie*, est sans doute une des plus merveilleuses descriptions du passé, du présent et de l'avenir de l'Univers qui ait jamais été écrite. En ne se basant que sur l'instabilité gravifique et sur la pression des gaz, il a montré comment du chaos primitif fut formée une nébuleuse, ensuite une étoile, ensuite les planètes et enfin leurs satellites. Chaque période correspond au résultat obtenu par le calcul numérique. Jeans suppose, pour le Soleil et les étoiles, un âge de l'ordre de millions et de millions d'années, tandis que l'âge du système planétaire du Soleil se trouve entre 1.500 et 5.000 millions d'années. Mais il a dû passer plus de 60.000.000.000 d'années avant que le chaos primitif se condensât sous forme de nébuleuse. L'âge des étoiles ne donne nulle indication sur l'âge de l'Univers tout entier. Il semble, en réalité, plus facile de prédire son avenir lointain, mais inévitable. Le physicien moderne affirme que la radiation est accompagnée par une perte de masse. Mais que devient cette masse quand l'étoile a rayonné dans l'espace vide et immense ?

W. T. ASTBURY et MARCEL BOLL.



POURQUOI LES METAUX SONT-ILS CONDUCTEURS ?

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Les théories modernes de la physique permettent d'expliquer, d'une façon fort simple, pourquoi certains corps sont conducteurs de la chaleur et de l'électricité, alors que d'autres ne le sont pas. Récemment encore, on se contentait de classer les corps usuels en corps conducteurs et non conducteurs, en constatant simplement leurs propriétés au point de vue calorifique et électrique (1), mais sans en déterminer les causes scientifiques exactes. Notre éminent collaborateur, le professeur Houllévigue, a pensé, à juste titre, qu'il était indispensable de connaître comment la constitution de la matière (2) permet, aujourd'hui, de résoudre une question aussi simple : pourquoi les métaux sont-ils conducteurs ?

LES métaux forment, dans le monde de la matière, une classe à part ; leur éclat, lorsqu'ils sont polis, l'ensemble de leurs propriétés physiques et chimiques les caractérisent sans ambiguïté. Mais, de toutes ces propriétés, celle qui est demeurée le plus longtemps inexplicée est la conductibilité : conductibilité pour l'électricité et aussi pour la chaleur.

Les métaux sont, en général, de bons conducteurs du courant électrique, et c'est pour cela que toutes les canalisations sont faites en cuivre, en aluminium, en fer. Au contraire, les corps non métalliques, à de rares exceptions près, sont des isolants parfaits : aux deux bouts d'un canon de soufre, vous pouvez mettre 115 volts, ou davantage ; il ne passera pas, en un an, la milliardième partie d'un coulomb ; une différence aussi radicale doit avoir sa raison et trouver une explication.

Pour la conductibilité calorifique, la différence est moins nette, mais toujours du même ordre ; les métaux, dans l'ensemble, se laissent traverser aisément par la chaleur, tandis que les corps non métalliques sont de mauvais ou de médiocres conducteurs. Regardez, par exemple, sur la figure 1, ce qui passe de chaleur, par minute, à travers un décimètre carré de diverses plaques, épaisses d'un centimètre, et chauffées, d'un côté, à 100 degrés, l'autre face étant à zéro ; dans l'ensemble, les métaux sont des centaines et souvent des milliers de fois plus conducteurs de la chaleur que les corps non

métalliques, et cette énorme différence ne saurait non plus être mise au compte du hasard.

Mais voici une coïncidence plus curieuse encore ; elle a été découverte, il y a quatre-vingts ans, par deux physiciens allemands, Wiedemann et Franz, et vérifiée, depuis, par de nombreux expérimentateurs : si on considère la série des métaux à la température ordinaire, on constate que leurs conductibilités électriques et calorifiques sont, à peu de chose près, proportionnelles, c'est-à-dire que les métaux qui conduisent le mieux l'électricité sont aussi ceux qui se laissent le plus aisément traverser par la chaleur. Ainsi, d'après M. Berget, voici la valeur du rapport des coefficients K et C qui mesurent en unités C G S les conductibilités calorifiques et électriques pour un même métal :

	Cuivre	Zinc	Étain	Plomb	Antimoine	Mercure
$\frac{K}{C}$	1600	1700	1800	1600	1700	1800

Ce rapport est donc à peu près constant.

Réfléchissez combien une pareille coïncidence est extraordinaire : la chaleur et l'électricité obéissent à des lois différentes, et il ne paraît y avoir entre elles aucune analogie de nature ; expliquer la loi empirique de Wiedemann et Franz, c'est donc trouver la clef des phénomènes de conductibilité. Cette clef, nous la connaissons aujourd'hui ; on peut même dire que c'est un « passe-partout », car l'électron est le constituant universel, sans lequel la nature et ses manifestations variées seraient inexplicables.

Tout s'explique par les électrons

Que le lecteur veuille bien jeter les yeux sur la figure 2 ; j'y ai représenté, au grossissement fantastique de dix millions de dia-

(1) Voir, dans *La Science et la Vie*, n° 118, p. 289, l'article de M. Marcel Boll : « Qu'est-ce que l'électricité ? »

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 140, page 100.

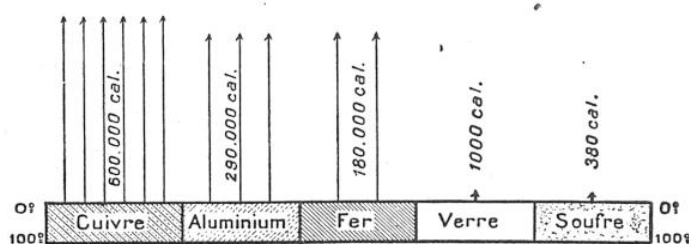


FIG. 1. — ON PEUT APPRÉCIER, D'APRÈS CE GRAPHIQUE, COMBIEN LES MÉTAUX CONDUISSENT MIEUX LA CHALEUR QUE LES CORPS NON MÉTALLIQUES

mètres (50.000 fois plus grand que celui de nos meilleurs microscopes) un grain imperceptible de matière, tel qu'on peut l'imaginer d'après les théories actuelles. On y voit les atomes séparés, dont chacun comporte, gravitant autour d'un noyau positif, un certain nombre d'électrons négatifs (16 pour le soufre, 26 pour le fer, 79 pour l'or) ; ces électrons *planétaires*, c'est-à-dire liés à l'atome de façon à neutraliser la charge positive du noyau, forment à sa surface une sorte d'atmosphère ou d'enveloppe négative, et c'est parce que les enveloppes de deux atomes voisins se repoussent qu'il existe entre elles des espaces vides, qu'on ne peut diminuer que par une forte compression ou par un abaissement de température ; mais, sans se toucher, ces atomes sont animés d'un frémissement d'autant plus ample que leur température est plus élevée. Dans un corps non métallique, comme un grain de soufre, il ne semble pas y avoir autre chose que ces atomes, séparés par des espaces vides, comme des adversaires qui se menacent sans jamais en venir aux mains. Dans un pareil milieu, l'électricité ne trouve pas son chemin, car le vide absolu n'est pas conducteur ; autrement dit, les charges électriques exigent un support, qui est le plus souvent l'électron. Ainsi, le morceau de soufre pris en exemple doit être rigoureusement isolant au point de vue électrique ; d'autre part, sa conductibilité calorifique sera très réduite, car elle ne peut s'effectuer qu'en utilisant le *rayonnement intermoléculaire* : si on l'échauffe par un bout, les atomes chauds rayonnent, comme des soleils ou comme des poêles, vers les atomes voisins qui, ayant absorbé cette énergie vibratoire, deviennent à leur tour des centres rayonnants ; ainsi, la chaleur trouve, quand même, moyen de se glisser à travers ce corps, mais cette propagation s'effectue avec une extrême lenteur.

Considérons maintenant, toujours avec le verre grossissant de la science, un échantillon

de métal, par exemple un fil de cuivre. Les atomes sont toujours là, maintenus hors contact par la répulsion des électrons planétaires qui forment leur ceinture. Mais, cette fois, quelque chose remplit l'espace : entre les atomes de cuivre s'agitent en tous sens des électrons *libres*, qui peuplent le ciel atomique comme un fourmillement de comètes ou d'étoiles filantes ; pèlerins inlassables du vide, ces électrons se déplacent en tous sens

comme les molécules d'un gaz enfermé dans un ballon ; on est donc amené à imaginer que les atomes du métal baignent dans une espèce de gaz, mais de gaz dont toutes les particules sont électrisées, que nous appellerons, pour plus de clarté, le « gaz électron » ; l'agitation incessante des électrons libres crée, à l'intérieur du métal, une pression qu'on sait évaluer et qui atteint, pour certains métaux comme l'or, plusieurs centaines de milliers d'atmosphères. Ne vous étonnez pas de voir tous ces petits grains agités d'électricité, enfermés dans un fil froid de métal, car vous les voyez véritablement sortir du filament lorsqu'il est échauffé, et ce sont eux qui, projetés par le tungstène incandescent d'une lampe triode, produisent toutes les merveilles que l'usage de la radiophonie nous a rendues familières.

Or ce sont ces éléments du gaz électron qui vont, comme vous allez le comprendre, nous expliquer à la fois la conductibilité électrique et la conductibilité calorifique des métaux. Reprenons le fil de cuivre cité tout à l'heure ; tant qu'il est isolé, les électrons libres (mais emprisonnés dans sa masse), sont en proie à une agitation « inco-

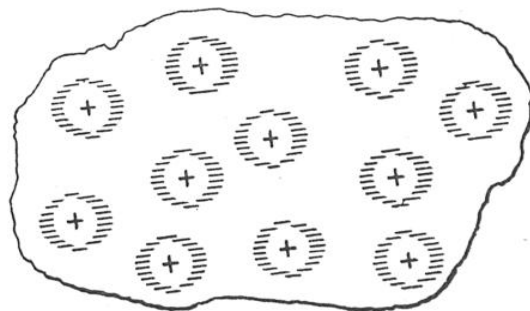


FIG. 2. — UN MORCEAU DE SOUFRE OU LES ATOMES NEUTRES SONT SÉPARÉS PAR DES ESPACES VIDES, NE SAURAIT CONDUIRE LE COURANT ÉLECTRIQUE ; LA CHALEUR NE S'Y PROPAGE QUE PÉNIBLEMENT, PAR RAYONNEMENT INTERATOMIQUE

ordonnée », comme celle d'une foule qui stationne sur une place, un jour de quatorze juillet, en voyant tirer un feu d'artifice ; mais vienne à passer une fanfare, elle entraîne avec elle cette foule et coordonne ses déplacements ; pareillement, lorsqu'on relie les deux extrémités du fil aux pôles d'une pile, le pôle + attire les électrons négatifs, tandis que l'autre extrémité les repousse ; ainsi, les électrons, au lieu de s'agiter en tous sens, s'écoulent maintenant en flots pressés le long du filament ; le courant électrique est fait du transport de ces charges négatives élémentaires. Si le courant qui passe est d'un ampère, cela veut dire que sept milliards de milliards d'électrons traversent, en une seconde, chaque section du fil.

Ces mêmes électrons libres nous expliqueront tout aussi aisément le passage de la chaleur, car, formant à l'intérieur du métal une sorte d'atmosphère gazeuse, ils conduisent la chaleur comme un gaz : lorsqu'on chauffe, à l'un de ses bouts, une colonne d'air, les molécules gazeuses prennent une vitesse plus grande et se précipitent, avec une énergie accrue, sur les molécules voisines ; celles-ci, ainsi bousculées, ayant reçu plus qu'elles ne donnent, possèdent un surcroît de vitesse (donc d'énergie) qu'elles déversent, à leur tour, sur les molécules voisines ; ainsi, de molécule en molécule ou d'électron en électron, la chaleur, qui n'est au fond qu'énergie mécanique, se transporte d'un bout à l'autre du gaz ou du métal.

Je m'excuse de donner de ces explications un exposé sommaire et qualitatif ; je n'ai pas besoin de dire que cette théorie a pris, sous la plume des mathématiciens, une forme plus précise ; et ce qu'il y a de remarquable, c'est que le calcul conduit précisément à retrouver la proportionnalité des deux conductibilités découvertes par Wiedemann et Franz.

Il conduit à une autre conséquence curieuse et que nous allons maintenant exa-

miner à la lumière de l'expérience : c'est que la conductibilité électrique des métaux, croissant à mesure que leur température s'abaisse, doit devenir infinie au *zéro absolu*, c'est-à-dire à -273 degrés centésimaux. Cette idée d'une conductibilité parfaite au zéro absolu ne date pas d'aujourd'hui ; Ampère, il y a cent ans, l'avait déjà exprimée explicitement : pour lui, la résistance électrique n'intervenait qu'au passage d'un atome à l'autre, ou d'une molécule à sa voisine ; or, au zéro absolu, toutes les molécules doivent se toucher comme les grains dans un sac de blé, et, par suite, aucune résistance ne doit s'opposer à la circulation du courant (1). Ainsi, l'hypo-

thèse, fille de l'imagination, court en avant comme une illuminée ; mais le toucher des faits a seul le pouvoir de nous donner la certitude.

Les supraconducteurs

Il existe, à Leyde, en Hollande, un laboratoire « cryogène » qui est une des mer-

veilles du monde ; la ténacité industrielle d'un seul homme, le professeur Kamerlingh Onnes (2), y a créé des machines frigorifiques qui permettent de réaliser et de maintenir les plus basses températures : -200 degrés par l'évaporation de l'air liquide, -250 avec l'hydrogène liquéfié, et enfin, par évaporation de l'hélium liquide, des températures qui atteignent $-271^{\circ}5$, à 1 degré et demi du zéro absolu, pôle inaccessible du froid. Ainsi, l'occasion était belle pour rechercher, à Leyde, ce que devenait la conductibilité électrique des métaux aux très basses températures ; mais les résultats se montrèrent moins simples que la théorie ; si, pour la généralité des métaux, la résistivité diminue (3) quand la température s'abaisse, elle ne paraît pas devoir s'annuler

(1) Plus exactement, c'est parce que les atomes sont fixés au voisinage du zéro absolu, que la conductibilité électrique devient énorme.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 108, page 489.

(3) Ou, ce qui revient au même, la conductibilité augmente, puisque la conductibilité est l'inverse de la résistivité.

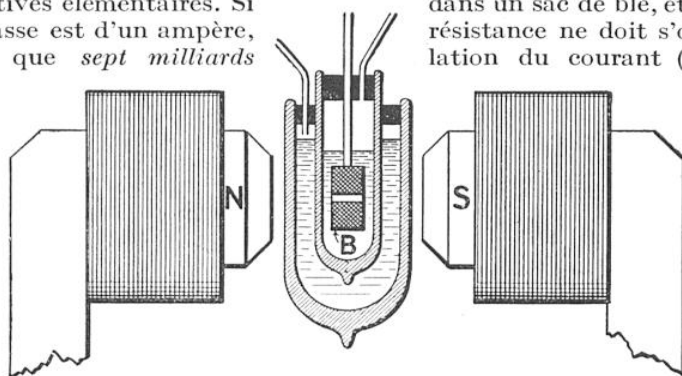


FIG. 3. — EXPÉRIENCE FAITE A LEYDE ET DÉMONTRANT LA SUPRACONDUCTIVITÉ DES MÉTAUX AUX TEMPÉRATURES TRÈS BASSES

La bobine de plomb B, refroidie par l'hydrogène et l'hélium liquides, devient supraconductrice. Un courant induit par l'électroaimant NS y circule indéfiniment.

au zéro absolu ; en revanche, il existe cinq métaux, le mercure, le plomb, l'étain, le thallium et l'indium, qui dépassent les prévisions théoriques, car leur résistance électrique s'annule, *bien avant le zéro absolu*, à 4°2 au-dessus de ce zéro pour le mercure, 7°2 pour le plomb, 3°7, 2°5 et 3°4 pour les trois autres. Je citerai, en exemple, une petite bobine de fil de plomb, dont la résistance, à la température ordinaire, était de 734 ohms ; dans l'hélium liquide, elle ne mesurait plus que 0 ohm 000000035, c'est-à-dire *vingt milliards de fois moins*, autant dire zéro !

Voilà donc des métaux que l'on peut

réellement observer et maintenir dans cet état *supraconducteur* où, toute résistance électrique étant abolie, le courant passe sans éprouver d'usure, c'est-à-dire sans que l'effet Joule intervienne pour le convertir en chaleur. Et ceci a permis à Kamerlingh Onnes de réaliser la bien curieuse expérience que représente notre figure 3 : la bobine de plomb, dont je viens de parler, est installée en B, au centre d'une double enceinte protectrice formée d'éprouvettes analogues à celles qui servent à manipuler

l'air liquide. Au moment voulu, on siphonnera l'hydrogène liquide dans l'enceinte extérieure et l'hélium liquéfié dans le réduit central ; auparavant, on a introduit l'appareil entre les deux pôles d'un électroaimant en activité ; le « coup de fouet » des lignes de force, qui vont d'un pôle à l'autre, y produit, par induction, un courant qui ne dure que quelques centièmes de seconde, car la résistance de 734 ohms a vite fait de transformer son énergie en chaleur, ou, pour mieux dire, de freiner l'impulsion donnée aux électrons qui tournent en rond dans cette bobine. A ce moment, on introduit autour de B les liquides réfrigérants qui abolissent la résistance du plomb, puis on écarte l'électro ; il se produit alors, par variation du flux qui traverse B, un nouveau courant induit, en sens contraire du précédent ; mais ce courant ne s'arrêtera plus, puisque le frein de l'effet Joule n'existe pas ; en fait, on a constaté, par la déviation d'une

aiguille aimantée placée dans le voisinage, qu'il diminuait à peine de quatre pour cent par heure, tant qu'il restait de l'hélium liquide. Ceci veut dire qu'on peut conserver par le froid le courant électrique « comme on conserve un quartier de viande » et qu'un opérateur pourrait, à la rigueur, emporter dans sa valise, de Leyde à Amsterdam, sa bobine de plomb, emballée dans l'hydrogène et l'hélium, dans laquelle les électrons continuent à tourner en rond. Assurément, ce transport frigorifique de l'énergie électrique ne serait, pour l'instant, qu'une curieuse expérience ; mais il ne faut pas oublier que toutes les applications de la

science ont commencé, au laboratoire, par des expériences aussi inutiles.

Il y a d'autres conducteurs que les métaux

Les métaux ne sont pas seuls à conduire le courant : si on plonge deux plaques, ou électrodes, reliées aux deux pôles d'une canalisation, dans une solution aqueuse d'un sel, d'un acide ou d'une base, le courant passe par *électrolyse*, c'est-à-dire en s'accompagnant d'une réaction chimique. Les électrons jouent encore un rôle en cette affaire, mais

dans des conditions nouvelles qui montrent la souplesse des procédés que la nature met en œuvre. Regardez la figure 4, où j'ai représenté, au grossissement fantastique qu'autorisent nos théories, une solution de chlorure de sodium (*Cl Na*) ou vulgaire sel marin, dans l'eau ; vous voyez que cette solution renferme, au milieu des molécules non dissociées et neutres électriquement, des *ions* positifs et négatifs ; les premiers sont formés par des atomes de sodium (*Na*) qui, ayant perdu un électron, ont une charge positive prédominante, tandis que cet électron transfuge, fixé sur l'atome de chlore (*Cl*), l'a transformé en ion négatif ; ce sont ces deux espèces d'ions qui, attirées par une électrode et repoussées par l'autre, cheminent en sens inverse dans le liquide, réalisant le double transport de matière et d'électricité qui caractérise l'électrolyse.

Mais quelle différence dans ces deux moyens de transport : la vitesse d'entraîne-

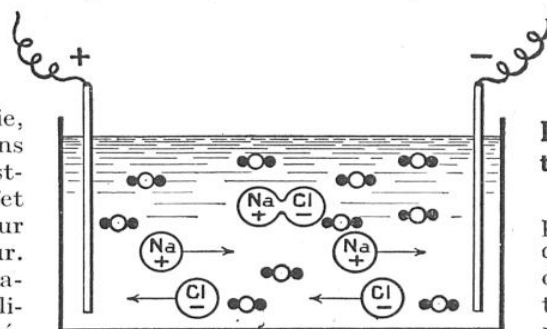


FIG. 4. — COMMENT UNE SOLUTION DE SEL MARIN (CHLORURE DE SODIUM) CONDUIT LE COURANT ÉLECTRIQUE
Une solution aqueuse de sel marin contient, outre les molécules, électriquement neutres, d'eau H O H et de sel Cl Na, des ions négatifs Cl et positifs Na, entraînés en sens contraire vers les deux électrodes.

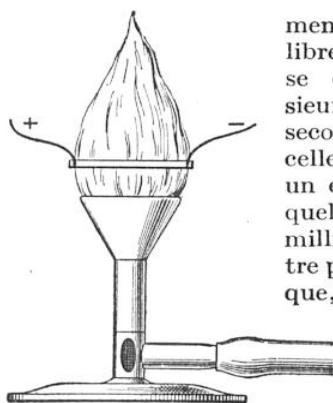


FIG. 5. — UN BATONNET DE MAGNÉSIE, CHAUFFÉ PAR UN BEC DE GAZ, DEVIENT CONDUCTEUR, ET LE COURANT ÉLECTRIQUE QUI LE TRAVERSE L'ÉLÈVE À L'INCANDESCENCE. C'EST LE PRINCIPE DE LA LAMPE NERNST

ment des électrons libres dans un métal se chiffre par plusieurs décimètres à la seconde, tandis que celle des ions dans un électrolyte est de quelques millièmes de millimètre ; et, d'autre part, il est évident que, dans un électro-

lyte, il ne peut exister aucune relation entre les conductibi-

lités électrique et calorifique.

C'est encore par un effet d'ionisation qu'on explique la naissance de la conductibilité électrique dans les *conducteurs de seconde espèce* : fabriquez avec de la magnésie, de la zircone ou un oxyde ana-

logue, un petit bâtonnet (fig. 5) dont les extrémités sont reliées à des prises de courant. A froid, l'oxyde est parfaitement isolant et rien ne passe ; mais si, à l'aide d'un bec de gaz, on l'échauffe jusqu'au rouge sombre, la conductibilité apparaît brusquement ; le courant passe et la chaleur, produite par l'effet Joule, porte à l'incandescence le bâtonnet qui projette une éblouissante lumière ; telle est la propriété qui, découverte en 1868 par notre compatriote Le Roux, fut utilisée par Nernst pour réaliser une lampe (fig. 6) qui éveilla de grands espoirs et eut une destinée éphémère.

Ce qui s'est passé, nous pouvons l'expliquer aisément. à froid, la magnésie est

faite du mariage de deux ions, un ion positif formé d'un atome de magnésium privé d'un électron, fixé lui-même sur l'ion négatif d'oxygène ; mais, à chaud, chacun des deux conjoints (1) reprend sa liberté et acquiert une mobilité suffisante pour se transporter lui-même, en transportant le courant, à l'intérieur du bâtonnet ; c'est, en somme, par un véritable processus d'électrolyse que la magnésie et ses congénères acquièrent la conductibilité.

Ainsi, la notion féconde d'électron a permis d'interpréter des faits anciennement connus, mais restés longtemps inexplicables. Pareilles à ces échafaudages dont les architectes entourent leurs constructions, ces

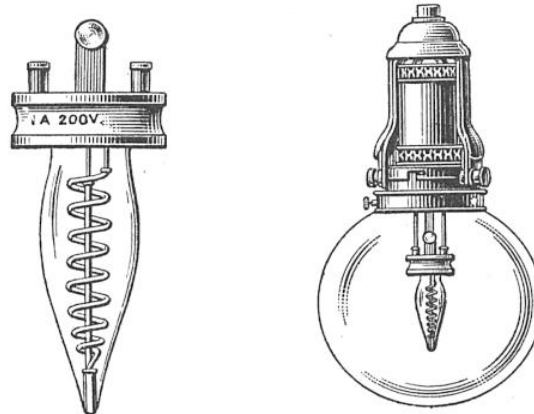


FIG. 6. — LA LAMPE NERNST

A droite, la lampe complète ; à gauche, détail montrant la baguette de magnésie chauffée par le filament qui l'entoure.

hypothèses servent à élever le grand édifice, et si leur destin est de disparaître un jour, elles auront été d'utiles auxiliaires du progrès humain.

L. HOULLEVIGUE.

1) Ou peut-être l'un des deux.

SOUVENONS-NOUS QUE :

En 1914, en France, une voiture de 10 chevaux dépensait au kilomètre, comme pneumatique, une somme égale au prix de 230 grammes de pain. En 1929, cette dépense ne correspond plus qu'à 55 grammes de pain. L'industrie du pneumatique a fait de grand progrès, non seulement au point de vue de l'abaissement du prix de revient, mais surtout au point de vue de la durée des pneumatiques, quatre fois supérieure à celle d'avant-guerre.

LA PROPULSION ÉLECTRIQUE DES NAVIRES

Par R.-C. DARTEVELLE

Le problème de la propulsion des navires consiste à utiliser, avec le maximum de rendement, l'énergie motrice produite à bord d'un bâtiment. Pour atteindre ce but, les ingénieurs des constructions navales ont cherché à réaliser des moteurs de plus en plus légers, animés d'une vitesse de rotation de plus en plus grande. Dans cet ordre d'idées, l'évolution des moteurs thermiques a conduit à substituer à l'ancienne machine à pistons, dite « machine alternative », la turbine moderne dite « machine rotative ». Une autre considération, dont il a fallu tenir compte, est la suivante : l'hélice d'un paquebot, par exemple, ne possède son meilleur rendement qu'aux faibles vitesses, d'où obligation dans laquelle se sont trouvés les ingénieurs de prévoir des réducteurs de vitesse. Ceux-ci sont, en général, mécaniques, c'est-à-dire qu'ils sont composés de trains d'engrenages. Cependant, si l'on fait appel à l'énergie électrique, on est en droit d'attendre beaucoup plus de souplesse dans la transmission de l'énergie pour la propulsion des navires. La solution la plus élégante, actuellement employée, consiste donc dans le dispositif suivant : un moteur thermique (turbine à vapeur ou moteur Diesel à huile lourde) entraîne une génératrice électrique qui alimente à son tour un moteur également électrique ; celui-ci actionne lui-même l'hélice. Ces conditions étant réalisées, il va de soi que du choix du moteur dépend l'obtention de la vitesse optimum pour obtenir le meilleur rendement de l'hélice. De ce qui précède, on voit immédiatement que la propulsion électrique des navires ne signifie pas que la source d'énergie est électrique, mais que ce sont uniquement les « intermédiaires » entre cette source et l'hélice qui font appel à l'énergie électrique. Dans un sous-marin, au contraire, lorsqu'il est en plongée, c'est l'énergie électrique qui le propulse et qui provient exclusivement des accumulateurs. Ceux-ci sont chargés pendant la navigation en surface grâce à des moteurs Diesel, qui cessent de fonctionner lorsque le bâtiment entre en plongée.

Les systèmes modernes de propulsion

IL y a quinze ans, le système de propulsion des bateaux presque universellement adopté, était la machine à vapeur alimentée par de la vapeur d'eau à pression modérée, et produite par la combustion de charbon en roches ou briquettes sur une grille. Depuis, on a vu apparaître le moteur Diesel, la chauffe au pétrole, la chauffe au charbon pulvérisé, la vapeur à haute pression, les turbines à vapeur, les réducteurs à engrenages ou hydrauliques, la propulsion électrique. De l'autre côté de l'Atlantique, on met, actuellement, en chantier, un bâtiment dont les chaudières fourniront de la vapeur de mercure.

Depuis quelques années est apparue la propulsion électrique.

Nous avons représenté sur les schémas de la figure 1 la différence existant entre la propulsion ordinaire et la propulsion électrique des navires.

Aussi quand l'on parle de *propulsion électrique des navires*, il ne s'agit pas de propulsion à l'aide d'accumulateurs électriques alimentant un moteur électrique qui, lui-même, entraîne l'hélice. Ce système, où la pre-

mière source de l'énergie à bord est déjà l'électricité, est dit : propulsion par accumulateurs. Il ne se pratique que sur les sous-marins pendant la plongée, et sur quelques petites embarcations faisant un service de rade.

Ce chapitre de la technique maritime, qui concerne la *propulsion électrique des navires*, envisage, non pas la production de l'énergie électrique, mais la transformation, par l'*intermédiaire de l'électricité*, de l'énergie mécanique produite par un moteur à grande vitesse, en une énergie à vitesse faible. On est obligé d'agir ainsi, car il y a, à bord d'un bateau, contradiction entre l'installation d'un moteur économique et celle d'une hélice économique. Un moteur de propulsion économique doit être très léger, peu encombrant, et, par suite, tourner très vite. Une hélice doit, au contraire, tourner lentement pour avoir un bon rendement.

Depuis de longues années, les ingénieurs ont donc cherché l'appareil moteur idéal en restant dans le schéma, de principe suivant : un moteur léger rapide, turbine ou Diesel, agit sur un transformateur de vitesse qui, lui-même, actionne l'hélice. Les principaux transformateurs de vitesse essayés

jusqu'à présent sont : les engrenages de réduction de vitesse, le système électrique, le système Föttinger.

Nous ne faisons que mentionner ce dernier, qui est un ensemble complexe de deux turbines hydrauliques fonctionnant en circuit fermé, et qui ne semble pas appelé à se développer. La rivalité est donc limitée entre les deux premiers systèmes.

Comment s'est développée la propulsion électrique

L'idée du réducteur électrique de vitesse est essentiellement américaine et, malgré l'excellent accueil qu'elle a trouvé dans son pays d'origine, elle ne s'est pas développée ailleurs.

C'est M. Emmet (1), de la *General Electric Company*, qui en a été le promoteur. Il désirait d'abord appliquer son système aux

point n'a été acquise qu'après la guerre, à la suite de longues et savantes études mathématiques, métallurgiques et d'atelier, qui ont abouti à la création des magnifiques trains d'engrenages employés actuellement.

Les divers systèmes à réduction de vitesse envisagés actuellement et dans un avenir immédiat sont donc : la turbine à vapeur avec engrenages ou avec réducteur électrique et le moteur Diesel avec réducteur électrique.

Il n'existe pas, à notre connaissance, d'exemple notable et intéressant de moteur Diesel muni d'engrenages réducteurs. Ce fait doit être attribué au caractère variable du couple moteur instantané du Diesel pendant une révolution. Cette variation entraîne des chocs inévitables, qui ne manqueraient pas de détériorer très rapidement les engrenages même les mieux étudiés.

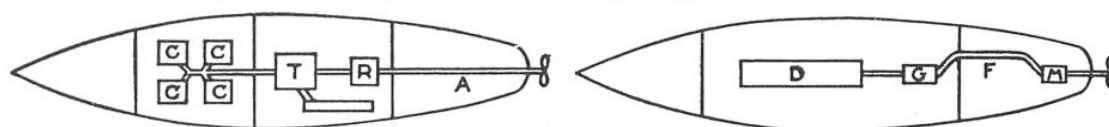


FIG. 1. — SCHÉMAS MONTRANT LA DIFFÉRENCE ENTRE LES APPAREILLAGES NÉCESSITÉS PAR LA PROPULSION À VAPEUR ET LA PROPULSION ÉLECTRIQUE DES NAVIRES

A gauche, propulsion à vapeur : la vapeur produite dans les chaudières C actionne la turbine T qui entraîne l'arbre porte-hélice A par l'intermédiaire d'un réducteur de vitesse R. A droite, propulsion électrique : le moteur Diesel D entraîne un générateur électrique G, lequel alimente, par les conducteurs F, le moteur M entraînant l'hélice.

grands cuirassés, mais, par mesure de prudence, le département de la marine américaine décida d'effectuer un essai sur le *Jupiter*, charbonnier de la flotte (1913). L'essai ayant été satisfaisant, le cuirassé *New-Mexico* d'abord, ensuite tous les cuirassés américains construits depuis 1915, furent munis de la propulsion électrique. Les ingénieurs américains n'ont pas craint de doter de ce système le *Lexington* et le *Saratoga*, porte-avions de 33.000 tonnes, donnant 33 nœuds avec 180.000 ch (2).

Hors des Etats-Unis, on ne pouvait guère citer, jusqu'à aujourd'hui, que les deux réalisations de la compagnie suédoise qui exploite la turbine Ljungström : *Mjölner* et *Wulsty-Castle*.

L'engouement américain pour la propulsion électrique des bateaux s'explique. A l'époque où eurent lieu les premiers essais du système électrique, l'industrie n'était pas encore capable de produire des réducteurs à engrenages de grande puissance. La mise au

Avantages et inconvénients de la propulsion électrique

Il est assez délicat d'examiner d'une façon objective et impartiale les avantages des réductions de vitesse par engrenages et par groupe générateur-moteur électrique. Les chiffres que donnent les partisans de chaque système sont, en effet, assez souvent contradictoires. Avant d'entreprendre cette comparaison, une remarque d'importance capitale s'impose : seul l'équipement électrique permet de réaliser à bord une turbine ou un moteur Diesel dont la vitesse soit toujours constante et indépendante de celle de l'hélice. Cet avantage influe grandement sur l'économie et la souplesse de manœuvre.

Pour juger complètement un appareil de bord quel qu'il soit, il faut l'examiner à divers points de vue : poids, dimensions, économie, sécurité, souplesse de manœuvre. Nous examinerons ces divers points de vue.

Poids. — L'équipement électrique comprend nécessairement le générateur de courant continu ou alternatif, mû par la turbine à vapeur ; le moteur électrique commandant l'hélice et les tableaux de manœuvre. S'il

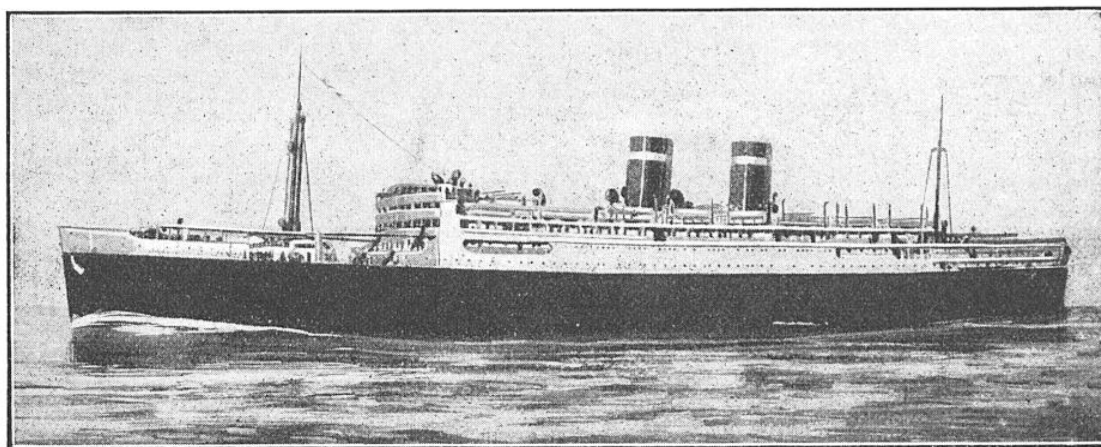
(1) Cet ingénieur acquiert actuellement un autre titre de gloire considérable par la mise au point de la chaudière et de la turbine à vapeur de mercure.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 138, page 457.

existe un tel ensemble complet pour chaque arbre, le réducteur électrique est certainement plus lourd que le réducteur à engrenages. Mais ce désavantage peut être atténué et au delà par divers dispositifs : d'une part, le moteur peut être placé près de l'arrière du bateau, afin d'économiser un certain poids de lignes d'arbres et de paliers. D'autre part, un moteur est indispensable pour chaque ligne d'arbres, mais le nombre des générateurs peut être réduit. Deux turbogénérateurs peuvent, par exemple, alimenter quatre moteurs de lignes d'arbres. Ajoutons, enfin, que l'équipement électrique permet d'économiser le poids de la turbine de marche arrière. C'est là une économie considérable.

intervenir non seulement le combustible brûlé, mais aussi le nombre de chevaux-heure nécessaires pour propulser une cargaison donnée, les frais de surveillance, d'entretien et de réparations, l'amortissement du matériel et en partie celui du bateau lui-même. Dans l'état actuel de la question, il est impossible de donner une conclusion générale. D'après R. T. Clarke, ingénieur en chef de la Compagnie Péninsulaire Orientale, l'avantage en faveur de l'équipement électrique est très net dans le cas des bâtiments puissants à vitesse uniforme, tels que les bateaux à passagers.

L'examen de l'équipement militaire est beaucoup plus simple. Ici, le système le plus



LE PAQUEBOT AMÉRICAIN « VIRGINIA » A PROPULSION ÉLECTRIQUE EST LE PLUS GRAND DU MONDE. IL DÉPLACE 35.000 TONNES ET CHACUNE DE SES DEUX HÉLICES EST ACTIONNÉE PAR UN MOTEUR ÉLECTRIQUE DE 8.500 CH

Encombrement. — L'encombrement conduit aux mêmes conclusions que le poids. Pour deux installations identiques, chaque équipement électrique est plus encombrant que le réducteur correspondant, mais il présente une grande souplesse d'installation, que ne possèdent pas les engrenages. Dans ce dernier système, il est nécessaire que l'ensemble moteur, depuis la turbine jusqu'à l'hélice, soit en ligne droite, ce qui réduit considérablement les facilités d'installation et encombre les fonds. Dans le système électrique, on peut, au contraire, disposer le groupe turbogénérateur suivant les convenances du constructeur, n'importe où, et le moteur très près de l'hélice correspondante.

Economie. — Au point de vue commercial, le système le plus économique est celui qui donne le prix minimum par tonne de marchandise transportée sur un mille. Le calcul de ce prix est très complexe, car il faut faire

économique est celui qui propulse un armement donné avec la moindre dépense de combustible. Si l'on admet que les poids des deux systèmes sont comparables, un calcul effectué par M. Thav, ingénieur de la Compagnie Westinghouse, montre que le système à turbine électrique consomme un peu plus que le système à réducteurs, et que le Diesel électrique consomme très nettement moins que les autres. Ici encore les conclusions relatives à la turbine électrique deviennent plus favorables quand on considère les bâtiments à grande puissance. On peut, en effet, concentrer la production de l'énergie dans des turbogénérateurs moins nombreux, donc plus puissants et, par suite, plus économiques.

La sécurité est très nettement en faveur du système électrique. Le bâtiment est mieux défendu contre les effets des voies d'eau et de l'explosion d'un obus, car il

permet de constituer des compartiments plus petits que le système à lignes d'arbres continues. Les turbogénérateurs, en particulier, sont mieux protégés, car ils peuvent être placés tous dans l'axe et dans les fonds, c'est-à-dire très loin de la coque. De plus, l'avarie d'un turbogénérateur n'immobilise aucune ligne d'arbre. On a vu ainsi un cuirassé américain marchant à 17 nœuds dans une ligne de file et maintenir cette vitesse après avarie d'un de ses deux turbogénérateurs.

Il est vrai que le risque d'incendie est plus considérable avec un équipement électrique.

On peut y parer, d'une part, en utilisant des générateurs et moteurs cuirassés dans lesquels on injecte de la vapeur d'eau au moindre danger, d'autre part en séparant complètement les circuits électriques de la propulsion, du circuit général du bord. De cette façon, on les exempte des défauts d'isolement et des courts-circuits qui sont si fréquents à bord.

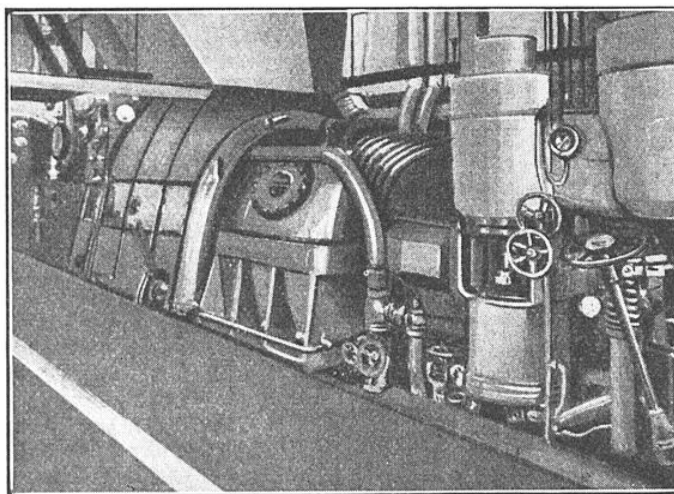
La souplesse de manœuvre est également et nettement à l'avantage du système électrique. Il n'est plus besoin ici, en effet, pour produire la marche arrière, de renverser la marche du moteur principal ; il suffit de changer le sens de marche d'un moteur électrique, ce qui est beaucoup plus simple et réussit toujours.

Quelques bâtiments modernes à propulsion électrique

Le *Brunswick* est un pétrolier américain de 17.680 tonnes de déplacement et qui peut porter environ 12.500 tonnes de pétrole. A l'inverse de ce qui se produirait sur un bâtiment de grande puissance, les générateurs sont ici plus nombreux que les moteurs ; ce bateau est muni de quatre groupes électrogènes, mus par quatre moteurs Diesel, alors qu'il n'a qu'une seule hélice, et, par suite, qu'un seul moteur. Les Diesel, du

type Carels frères (Gand), produisent chacun 750 ch à 225 tours par minute. Ces groupes se sont montrés excellents aux essais, et, en particulier, très silencieux et exempts de vibrations. Les générateurs fournis par la Compagnie Thomson-Houston, produisent chacun un courant de 2.400 ampères sous 250 volts. La variation de puissance s'obtient en mettant en fonction les groupes strictement nécessaires, et en les couplant entre eux en série, pour alimenter le moteur d'hélice. On a ainsi les quatre tensions d'alimentation : 250 volts, 500 volts, 750 volts, 1.000 volts. Cette solution permet

d'avoir des Diesel fonctionnant constamment en pleine charge, ce qui est une condition très favorable au rendement. Le moteur d'hélice donne 2.800 ch à 95 tours par minute. On démarre, on stoppe et on renverse la marche en agissant uniquement sur le courant d'excitation des générateurs, fourni par un petit moteur auxiliaire. On obtient ainsi une



GRUPE TURBOALTERNATEUR DU PAQUEBOT AMÉRICAIN « VIRGINIA » FOURNISSANT L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE AUX MOTEURS DE 8.500 CH ACTIONNANT LES HÉLICES

grande facilité de manœuvre car ce courant est très faible comparativement au courant principal et sa commande est, par suite, très facile.

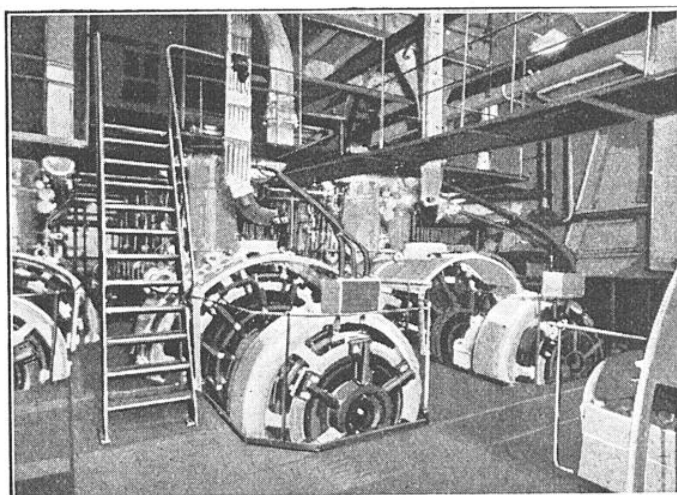
Le courant principal, qui, nous l'avons vu, peut atteindre 2.400 ampères, n'est l'objet d'aucune commande directe. Il ne varie que comme conséquence de la variation du courant d'excitation ci-dessus. Il est des cas où il peut prendre des valeurs dangereuses par suite d'une résistance anormale de l'hélice. Cela se produit, en particulier, quand l'hélice est engagée dans une amarre, incident relativement fréquent dans les manœuvres de port. Dans ce cas, il faut couper très rapidement le courant si l'on veut éviter la destruction totale de l'équipement, et peut-être un incendie, sous l'influence de la chaleur excessive produite par une surintensité. Le plus généralement, à bord des bateaux, la rupture est produite par un disjoncteur

automatique. Mais ici où il existe un seul courant dangereux à surveiller, on a jugé, non sans raison, que la commande manuelle était préférable.

Le tableau de manœuvre qui contient ce disjoncteur à main contient aussi tous les appareils de commande de la machine et de contrôle des divers circuits, générateurs et moteurs. Le levier de commande principal est disposé de façon à passer de la pleine marche avant à la pleine marche arrière en trente secondes.

Il est à peine utile d'ajouter que toutes les machines auxiliaires du service général sont électriques : pompes à pétrole, pompes de cales, pompes d'incendie, épurateurs centrifuges de pétrole, compresseur d'air pour le lancement des moteurs Diesel principaux.

Ce bâtiment a permis de réaliser, aux essais, une vitesse de 11,5 nœuds à pleine charge et de 11 nœuds en service courant.

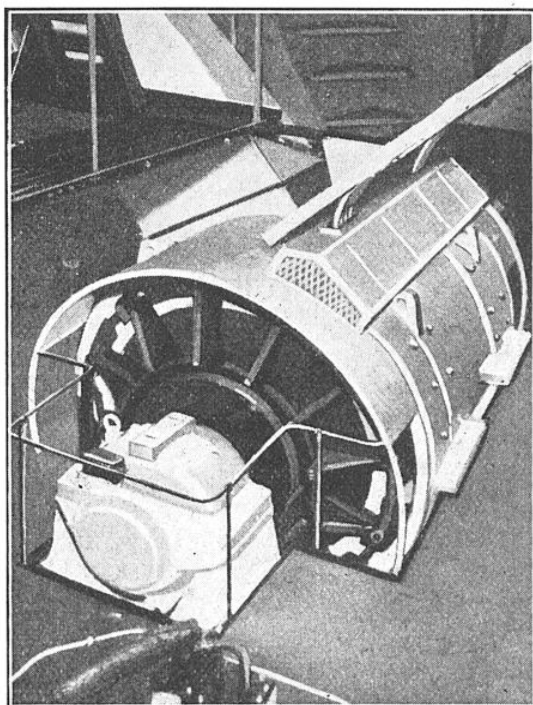


ENSEMBLE DES GÉNÉRATEURS ÉLECTRIQUES DU « VICEROY OF INDIA ». AU PREMIER PLAN ET À DROITE, ON APERÇOIT LE MOTEUR DE PROPULSION DE L'HÉLICE

Le *Viceroy of India* appartient à une catégorie toute différente du *Brunswick*. C'est un paquebot de 25.000 tonnes de déplacement destiné à assurer la liaison entre la Grande-Bretagne et ses dépendances de l'océan Indien. C'est un des plus gros paquebots de la Peninsular and Oriental Cy. Il peut loger 415 passagers de salon en cabines à une personne.

L'appareil moteur comprend deux turbo-alternateurs de 9.000 kilowatts à 2.700 tours par minute, fournissant le courant à deux moteurs synchrones de 100 tours par minute, commandant chacun une hélice. Aux allures réduites, un turboalternateur suffit à alimenter les deux hélices. La grande puissance des alternateurs et des moteurs de ce bâtiment et l'atmosphère de faible volume où ils sont logés ont nécessité un refroidissement artificiel de ces appareils. Ce refroidissement est obtenu par une ventilation forcée en circuit fermé. L'air échauffé dans la carcasse de l'alternateur est ensuite refroidi dans un réfrigérant à tubes d'eau et revient de nouveau dans l'alternateur. Cette méthode est préférable à l'utilisation de l'air atmosphérique, car on évite ainsi d'introduire des impuretés, et en particulier du sel marin, dans les parties délicates que sont les bobinages.

Pour renverser le sens de la marche, il suffit d'inverser le sens des connexions entre générateurs et moteurs. Ce dispositif permet, comme tous les dispositifs électriques, de rendre la vitesse et le sens de marche des turbines indépendants de ceux des hélices. Ce paquebot n'est pas encore en service. On



MOTEUR PRINCIPAL DE PROPULSION ÉLECTRIQUE À DOUBLE ARMATURE DE 2.800 CH DU PAQUEBOT ANGLAIS « BRUNSWICK »

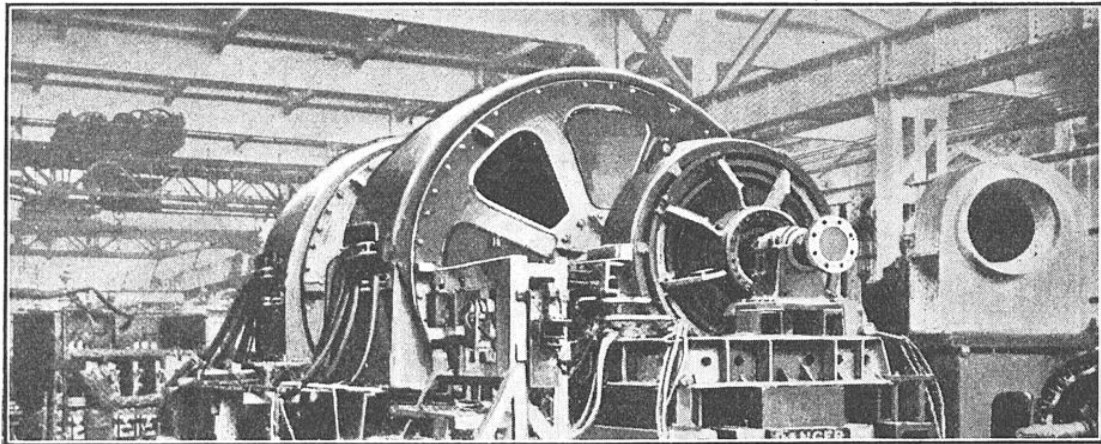
espère qu'à la vitesse de 18 nœuds, le renversement de marche se fera en trente secondes à partir de l'envoi de l'ordre de la passerelle. Bien que, dans cet intervalle de temps, le bâtiment parcoure encore 300 m environ avant que les hélices partent en arrière, c'est là une performance remarquable, eu égard à l'énormité de la masse et des puissances mises en jeu.

Le tableau de contrôle de la marche des différents organes de ce bâtiment comporte

qu'avec 18.000 kilowatts on espère lui faire donner 18 nœuds en service.

Des appareils auxiliaires fournissent l'énergie électrique nécessaire pour l'éclairage, la ventilation, la cuisine, etc... Ils se composent de quatre turboalternateurs de 580 kW chacun. La turbine tourne à 8.000 tours à la minute et un train réducteur abaisse cette vitesse à 670 tours pour actionner l'alternateur à 220 volts.

Du point de vue militaire comme du point



MOTEUR DE PROPULSION DE 1.700 CH DU PAQUEBOT ANGLAIS « VICEROY OF INDIA » DE 25.000 TONNES, DESTINÉ A LA LIAISON ENTRE L'ANGLETERRE ET L'Océan indien

la commande des vannes principales d'arrivée de vapeur aux turbines ; au-dessous du panneau central sont situés six leviers (trois pour chaque moteur actionnant une hélice), qui permettent d'effectuer les opérations électriques et mécaniques nécessaires pour renverser le sens de la marche de ces moteurs et pour régler la vitesse des turboalternateurs. Un des leviers commande l'excitation du moteur et les contacteurs pour le renversement de marche, les deux autres agissant sur le régulateur de vitesse de la turbine et l'excitation de l'alternateur.

Il n'est pas encore possible de donner des résultats complets d'essais. Disons seulement

de vue commercial, si l'on examine les qualités de poids, d'économie, de sécurité et de souplesse de manœuvre des divers systèmes de propulsion, le moins que l'on puisse dire de la propulsion électrique est qu'elle peut rivaliser très dignement avec le système de réduction à engrenages.

Néanmoins, comme nous l'avons déjà fait remarquer, il est impossible de donner des règles générales pour l'application de ces deux systèmes. Dans chaque projet particulier, il y a lieu d'étudier leur application de façon comparative, et la conclusion que l'on tirera n'aura de valeur que pour les cas similaires.

C.-R. DARTEVELLE.



LES CINQ ASPECTS DE L'HYDROGÈNE, CONSTITUANT PRIMORDIAL DE LA MATIÈRE

Par Marcel BOLL

PROFESSEUR AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ, DOCTEUR ÈS SCIENCES

Qu'il s'agisse des objets qui nous entourent, de l'écorce terrestre ou de notre propre chair, de la substance du Soleil et des étoiles, la matière se résout en une centaine d'éléments que le XIX^e siècle s'efforça d'identifier et de décrire. De tous ces éléments, le plus léger est l'hydrogène, dont l'isolement — par action d'un métal sur un acide — avait été réalisé par les alchimistes et qui fut nettement caractérisé, en 1766, par l'Anglais Henry Cavendish. Il est maintenant certain, grâce aux travaux scientifiques de ces dernières années, que l'hydrogène est un constituant universel de la matière. Et, d'autre part, cet hydrogène se présente à nous sous un grand nombre de formes, dont les propriétés sont extrêmement variées et qu'il importe de passer en revue au point de vue de la science pure comme à celui des applications.

Le gaz hydrogène

L'HYDROGÈNE intervient dans la vie courante; dans un mètre cube de gaz d'éclairage, il y a un demi-mètre cube d'hydrogène; ce n'est, d'ailleurs, pas à l'hydrogène que le gaz d'éclairage doit son odeur bien connue ni sa toxicité, car l'hydrogène est inodore et inoffensif. Le procédé d'obtention le plus facile à comprendre consiste à corroder un métal par un acide, ainsi que le représentent nos figures 1 et 2: on laisse tomber un clou dans un mélange d'eau et d'acide sulfurique; le fer disparaît peu à peu, et il se dégage une infinité de petites bulles gazeuses, qui sont de l'hydrogène (1); c'est que le métal Fe a pris, dans l'acide sulfurique, la place de l'hydrogène HH, en produisant du sulfate ferreux, qui reste dissous dans l'eau.

Le mode précédent de préparation est trop coûteux pour être adopté par l'industrie: on y met notamment à profit la décomposition, aux environs de 600°, de la vapeur d'eau par le fer: il se produit de l'oxyde de fer et de l'hydrogène à 99 %.

Indépendamment de sa légèreté, qui le fait employer au gonflement des sphériques et des dirigeables, l'hydrogène est combustible: tout comme le gaz d'éclairage, — dont il est, répétons-le, un des constituants principaux, — l'hydrogène, une fois enflammé, brûle au contact de l'air, en se transformant

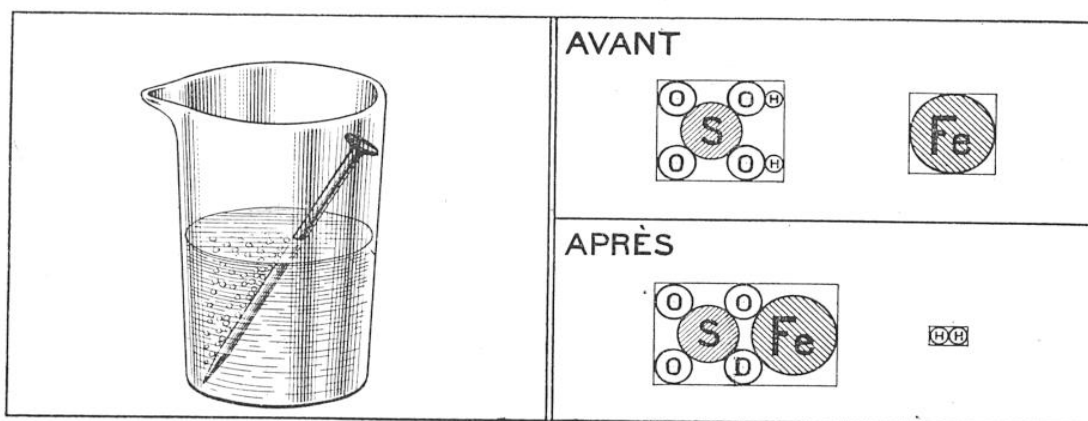
(1) Pour recueillir cet hydrogène, il serait très facile de retourner sur le liquide (fig. 1) un tube à essai rempli d'eau et d'enfiler le clou à l'intérieur du tube: les bulles gazeuses se réuniraient au haut de ce tube et finiraient par le remplir complètement.

en vapeur d'eau; comme toujours, la combustion est plus complète dans un chalumeau, qui rappelle le chalumeau air-gaz d'éclairage et où on envoie de l'hydrogène et de l'oxygène, c'est le chalumeau oxyhydrique. Remarquons incidemment que, si l'hydrogène est pour nous un corps combustible et l'oxygène, un corps comburant, cette distinction n'a rien d'absolu: on connaît des dispositifs, dont le plus simple est représenté par la figure 3, qui permettent de faire brûler de l'oxygène dans une atmosphère d'hydrogène ou de gaz d'éclairage. Une flamme quelconque n'est, en effet, qu'une combinaison d'un gaz dans notre milieu habituel qui est l'oxygène (mélangé d'azote). Par conséquent, si le milieu extérieur — ici le gaz du flacon — est devenu de l'hydrogène (ou du gaz d'éclairage), on peut dire, par analogie, que la combinaison s'effectue maintenant sous forme de flamme d'oxygène (1).

De jour en jour, l'hydrogène devient de plus en plus intéressant comme point de départ d'importantes synthèses: synthèse de l'ammoniaque, qui sert comme engrais; synthèse de l'alcool méthylique; transformation des huiles en graisses.

L'hydrogène est constitué par des molécules dites diatomiques, parce que formées de deux atomes. Nous savons, aujourd'hui, que chaque atome d'hydrogène est lui-même formé de deux corpuscules: un *proton*, chargé d'électricité positive, et un *électron*, qui est de l'électricité négative; le proton est,

(1) Il n'y a, d'ailleurs, aucune raison pour que le gaz d'éclairage brûle dans le flacon, puisque l'oxygène disparaît par la flamme dès la sortie du tube B (fig. 3).



OBTENTION IMMÉDIATE DE L'HYDROGÈNE

FIG. 1. — Description de l'expérience. Un clou tombé dans l'acide sulfurique étendu y disparaît lentement, en même temps qu'il se dégage une multitude de petites bulles d'hydrogène.

FIG. 2. — Interprétation théorique. Le fer, Fe, dont le clou est fait, se substitue à l'hydrogène HH de l'acide sulfurique, et cet hydrogène, libéré, se dégage à l'état gazeux ; le sulfate ferreux reste dissous.

à la fois, 2.000 fois plus fin et 2.000 fois plus lourd que l'électron. Par suite, la molécule d'hydrogène a la structure représentée par la figure 4 : P et P' sont les deux protons ; E et E', les deux électrons ; les deux protons sont fixes et les électrons tournent sur une circonférence située dans le plan perpendiculaire mené à P P' en son milieu.

L'hydrogène atomique

Les lois de la chimie physique permettaient de prévoir qu'à très haute température, les molécules d'hydrogène diatomique (fig. 4) seraient capables de se scinder en deux, pour donner deux molécules d'hydrogène atomique (fig. 5). De plus, la proportion d'hydrogène atomique dans le mélange gazeux ainsi obtenu sera d'autant plus considérable que la température sera plus élevée. C'est le savant américain Irving Langmuir (1) qui fit les expériences les plus précises à ce sujet. Ainsi à 3.600°

il y a sensiblement autant de molécules dissociées et non dissociées.

Quand on prend soin de refroidir très brusquement le mélange d'hydrogène ordinaire et d'hydrogène atomique, les deux gaz conservent la proportion qu'ils possédaient à haute température, et on a pu constater que l'hydrogène atomique possède une activité chimique peu commune : il se combine spontanément à l'oxygène et il décompose, dès la température ambiante, l'oxyde de zinc (ou blanc de zinc) en laissant un résidu de zinc métallique.

Il y avait donc là une nouvelle source, très condensée, d'énergie, et Langmuir put même calculer que le passage de l'hydrogène atomique à l'hydrogène ordinaire devait être accompagné du dégagement de 2.200 petites calories par litre. Il s'ensuit immédiatement qu'en brûlant (en se combinant à l'oxygène) un litre d'hydrogène atomique dégage 3.500 petites calories, tandis que l'hydrogène ordinaire n'en produit

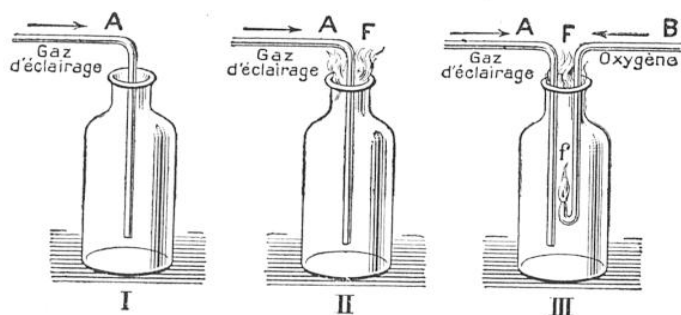


FIG. 3. — L'OXYGÈNE PEUT PRENDRE FEU

Pour réaliser cette invraisemblable expérience, il suffit de disposer d'un flacon (de 2 litres par exemple) à large goulot (6 centimètres de diamètre) et de deux tubes de verre A et B.

I. Par A on envoie du gaz. On allume le gaz à la sortie du flacon (flamme F).

III. On envoie par B de l'oxygène, puis on introduit B dans le flacon. L'oxygène s'allume au contact de la flamme F et continue à brûler en f.

(1) V. La Science et la Vie, juin 1928, page 468.

que 2.600. C'est bien ce que vérifia l'expérience : l'hydrogène atomique donna une flamme, qui était non seulement plus chaude que celle du chalumeau oxyhydrique, mais qui dépassait de 300° la température atteinte par l'emploi du chalumeau oxyacétylénique.

Les progrès dans la soudure autogène

Cette température très élevée trouva, tout naturellement, une application dans la soudure autogène, d'autant plus qu'on peut opérer en milieu très réducteur, très riche en hydrogène, — tandis qu'un milieu

noter que ce sont des recherches purement théoriques qui, à l'heure actuelle, réalisent le mieux les désirs des techniciens, c'est-à-dire cette triple condition d'échauffements très rapides, de températures très hautes et d'atmosphères très réductrices.

Le cation hydrogène, constituant des acides

Jetons encore un coup d'œil sur les figures 4 et 5. Les températures élevées réussissent à scinder l'ensemble de deux protons P et de deux électrons E (fig. 4) en deux ensembles (fig. 5), formés chacun d'un seul

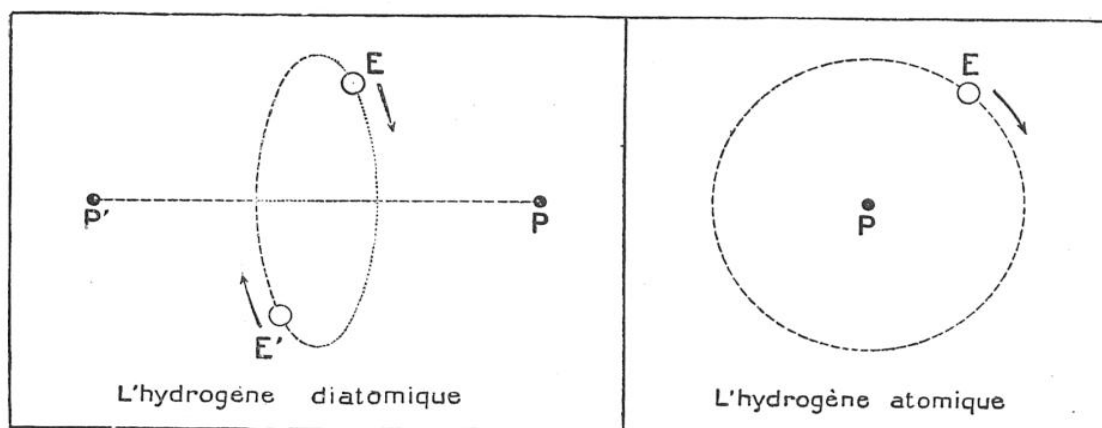


FIG. 4 ET 5. — COMPARAISON ENTRE L'HYDROGÈNE ORDINAIRE ET L'HYDROGÈNE ATOMIQUE
Le dessin de gauche représente le détail de ce que nous avons désigné par HH (fig. 2). Le grossissement de ces deux figures est de 500 millions de diamètres ; en d'autres termes, la distance entre un proton P et un électron E ne dépasse pas un cinq-cent-millionième de millimètre.

oxydant (riche en oxygène) présente l'inconvénient d'oxyder le métal à souder et, par suite, de rendre la soudure à la fois moins facile et moins solide.

Nous reproduisons (fig. 6) un modèle de chalumeau à flamme d'hydrogène atomique. Comme, à la température de l'arc électrique, il y a au moins une molécule sur deux d'hydrogène ordinaire qui est décomposée, il est commode de faire arriver le courant d'hydrogène sur un arc, lequel laisse passer entre 20 et 70 ampères sous 400 volts alternatifs. Dans ces conditions, l'arc proprement dit prend la forme d'une plaque en éventail d'à peine un centimètre de largeur. Les aciers au carbone, le nickel, le cuivre, l'aluminium se laissent souder beaucoup plus rapidement qu'avec les anciens procédés. Les alliages au silicium, au manganèse et au chrome, qui sont, les uns et les autres, très oxydables, donc difficiles à souder, ne soulèvent plus aucune difficulté. Il est fort intéressant de

proton et d'un seul électron. Immédiatement, deux autres questions se posent : peut-on avoir des protons libres et des électrons libres ?

Il n'y a pas lieu, ici, d'insister sur la deuxième question, si nous ne voulons pas quitter le domaine de la chimie pour nous lancer dans celui de l'électricité. Rappelons seulement que les lampes de T. S. F. — et aussi les cellules photoélectriques qui servent dans les essais de télévision — sont des appareils destinés à isoler des électrons.

L'autre problème, celui de l'isolement des protons, comporte deux réponses aussi inattendues l'une que l'autre, puisqu'elles concernent la structure des acides (comme le vulgaire vinaigre) et la transmutation de la matière, le rêve des alchimistes devenu depuis dix ans une incontestable réalité.

En 1887, le Suédois Svante Arrhénius, mort l'année dernière, nous a appris que les acides — tous les acides — en solution dans

l'eau renferment de l'hydrogène libre; nous dirions aujourd'hui des protons (tels que P , fig. 5), chargés d'électricité positive (1). Ce sont des ions hydrogène ou encore des cations hydrogène (2). Alors que l'hydrogène ordinaire (fig. 1) est gazeux et sans saveur, le cation hydrogène n'existe qu'en solution et jouit de la saveur aigrelette bien connue. C'est aussi au cation hydrogène qu'il faut attribuer les autres propriétés des acides : leur conduction du courant électrique, la corrosion des métaux, leur action sur les alcalis (comme la soude), leur coloration de certains réactifs (3).

C'est à ce propos qu'il convient de dire quelques mots du mystérieux symbole p_H , qu'un certain nombre de nos lecteurs ont sûrement rencontré. L'eau tout à fait pure (sans acide ni alcali) renferme, dans chaque litre, un dix-millième de milligramme de cations hydrogène, soit $1/10.000.000^e$ de gramme; c'est une fraction dont le dénominateur est formé de l'unité suivie de sept zéros. Par définition (4), on dit que l'eau pure possède un « exposant d'hydrogène » p_H égal à 7. Dans cette notation p_H , la lettre majuscule H est la première lettre du mot « hydrogène »; quant à la lettre p , elle ne signifie pas grand chose.

De même, une solution qui renferme 3 g 5 d'acide chlorhydrique par litre possède $1/10^e$ de gramme de cations hydrogène libres : son exposant p_H est, par suite, égal à 1. De même, enfin, une solution contenant, dans chaque litre, 4 grammes de soude-caustique n'a plus que $1/10.000.000.000.000^e$ de gramme de cations hydrogène : son exposant p_H vaut donc 13.

Bref, cette grandeur p_H représente l'acidité ou l'alcalinité d'une solution quelconque. Cette solution est parfaitement neutre (ni acide ni alcaline) si $p_H = 7$.

(1) Il est à peu près établi que les protons P , qui existent dans les solutions acides, accaparent dans leur voisinage une ou plusieurs molécules d'eau.

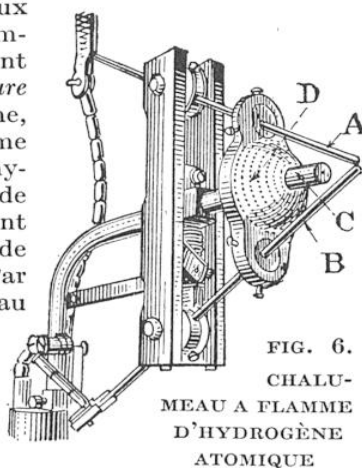
(2) Prononcer « cation », comme dans gestion, (et non « cassion », comme dans action).

(3) Rappelons que les acides colorent en rouge le tournesol bleui par les alcalis.

(4) L'exposant d'hydrogène s'appelle aussi indice de Sørensen (du nom du savant danois qui proposa son usage en 1909).

Un liquide est acide lorsque p_H est inférieur à 7, et d'autant plus acide que p_H est plus petit. Un liquide est alcalin quand p_H est plus grand que 7 et d'autant plus alcalin que p_H est plus grand. Grâce à cette notation, les notions vagues et purement qualitatives d'acidité et d'alcalinité peuvent être remplacées par des coefficients numériques, par des mesures précises et commodes.

Nous avons porté (fig. 7) les valeurs de l'indice p_H pour la plupart des liquides usuels : eau de mer, liquides biologiques (suc gastrique, urine, salive, sang), jus de fruits (citron, raisin, orange), boissons (vin, bière).



On envoie un courant d'hydrogène ordinaire par C et par les trous D à travers un arc électrique AB. Là, une molécule sur deux (environ) se scinde en molécules d'hydrogène atomique : il en résulte une flamme à la fois très chaude et très réductrice.

LIQUIDES	p_H (1)
Suc gastrique,	1,8
Jus de citron.	2,2
Jus de raisin.	3,0 — 3,3
Vin	2,8 — 3,8
Jus d'orange.	3,1 — 4,1
Bière	3,9 — 4,7
Urine	5,0 — 7,0
Jus de betterave	6,1 — 8,8
Laits	6,5 — 7,6
Salive	7,1
Sang veineux.	7,35
Sang artériel.	7,45
Eau de mer..	7,95 — 8,35

L'exposant d'hydrogène p_H est riche de promesses d'avenir; notre figure 7 nous montre que les liquides de l'organisme doivent se maintenir entre certaines limites, qui peuvent être approximativement fixées entre $p_H = 4,7$ et $p_H = 8,5$. C'est dire combien l'examen de cette grandeur peut être utile pour les diagnostics médicaux et pour le retour rapide à la santé, lorsque celle-ci est altérée.

L'hydrogène et les transmutations artificielles

Autre aspect très intéressant de l'hydrogène. Alors que les alchimistes suppliaient — et supplient — la « nature » de leur fournir de l'or à partir de n'importe quoi d'autre, la science ne s'est pas prêtée à leurs fantaisies : aujourd'hui, les transmutations, aussi bien

(1) La plus petite valeur possible de p_H est $-0,45$, c'est-à-dire $0,45$ au-dessous de zéro (pour l'acide nitrique contenant 70 % d'eau). La plus grande valeur est $14,5$ pour une solution de soude de concentration analogue.

artificielles que spontanées, sont devenues d'incontestables réalités, avec cette différence qu'elles ne donnent pas de l'or (ni du diamant), mais des gaz : l'hélium et l'hydrogène. Cette démonstration a été faite par l'Anglais Ernest Rutherford, comme conséquence de la découverte de la radioactivité par les Français Henri Becquerel, Pierre Curie et Marie Curie.

Rutherford établit, le premier, que l'explosion spontanée des atomes radioactifs — tels que l'uranium, le thorium, le radium — est souvent accompagnée du lancement de noyaux d'hélium, dont la composition est maintenant connue (fig. 8) : chacun résulte de l'agglomération de quatre protons et de

d'une amorce de fulminate de mercure. Pour fixer les idées, considérons un atome d'aluminium (fig. 10) : à la condition que la particule alpha (expulsée par le radium C') arrive en plein centre sur le noyau α — dont le détail est donné par la figure 9 —, ce noyau explose et lance des protons, qu'il est facile d'identifier ; en d'autres termes, on réussit à extraire de l'hydrogène en partant d'un autre corps simple, l'aluminium, ce qui constitue, à proprement parler, une transmutation, rêve des alchimistes anciens et modernes.

Nous connaissons le rendement de ces bombardements ultramicroscopiques, rendement d'une invraisemblable petitesse. La

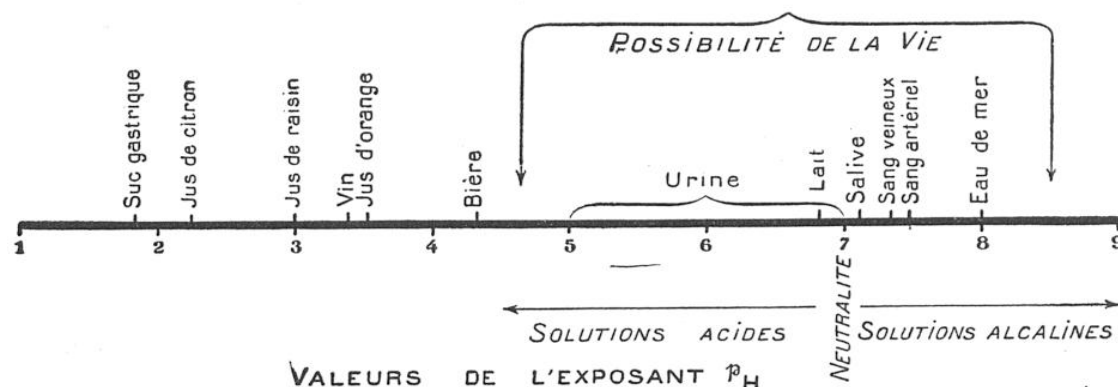


FIG. 7. — L'HYDROGÈNE NOUS A FOURNI UN MODE DE REPÉRAGE COMMUNE ET PRÉCIS POUR L'ACIDITÉ ET L'ALCALINITÉ DES LIQUIDES

Cette figure donne les valeurs de l'exposant p_H pour les liquides usuels. On remarquera que la vie animale est impossible pour des acidités plus fortes que $p_H = 4,7$ et pour des alcalinités plus fortes que $p_H = 8,5$.

deux électrons. Mais cet ensemble est tellement stable qu'on n'est pas encore parvenu avec certitude à en extraire des protons ou des électrons.

De tous les éléments radioactifs, celui qui explose avec le plus de violence est le radium C' : la moitié d'une masse quelconque de cet élément se trouve détruite en un millionième de seconde et les particules alpha, qu'il émet, sont projetées avec la vitesse respectable de 20.000 kilomètres par seconde. Nous avons là, d'ailleurs, la source la plus condensée d'énergie que nous sachions réaliser.

Rutherford s'est occupé, en 1919, de lancer ces particules contre divers corps simples : gaz (comme l'azote ou le fluor), solides (comme le bore, le sodium, l'aluminium ou le phosphore) : dans tous les cas précédents, il y a eu élimination de protons ; ces atomes se sont mis à exploser, tout comme une cartouche de poudre pyroxylée sous l'influence

quantité de radium ordinaire que possède l'humanité ne dépasse pas quelques dizaines de grammes, et il faut une tonne de radium ordinaire pour qu'on puisse disposer, d'une manière continue, d'un cent-millionième de milligramme de radium C'. Eh bien ! lorsqu'on fera agir, sur l'aluminium, un gramme de radium C', on obtiendrait un millimètre cube de gaz hydrogène en dix siècles...

En d'autres termes, avec 100 grammes de radium ordinaire uniquement mobilisés pour la fabrication de l'hydrogène, il faudrait attendre dix mille milliards de siècles avant d'avoir préparé un millimètre cube de ce gaz hydrogène : le procédé n'est pas près de servir au gonflement des dirigeables... Et on ne sait pas ce qu'on doit le plus admirer, de la solidité de la matière usuelle, qui résiste à de tels bombardements, ou de la sagacité des physiciens, qui, comme Rutherford, parvinrent à mettre en évidence les transmutations.

L'hydrogène triatomique

En plus de l'hydrogène habituel ou hydrogène diatomique H_2 , en plus de l'hydrogène atomique H , qui renouvelle la soudure autogène, on a réussi à obtenir un hydrogène triatomique HHH , qui a reçu le nom d'*hyzone*, pour la raison suivante. On sait que l'oxygène vulgaire, qui constitue le cinquième de l'atmosphère, est diatomique O_2 ; quant à l'oxygène triatomique O_3 , il y aura bientôt un siècle qu'il a été identifié : sa forte odeur de marée lui a fait donner le nom d'« ozone » (d'un verbe grec qui signifie sentir), et on l'emploie couramment pour

forme plus systématique, nous avons rencontré :

1° Le proton libre P , libéré par les expériences de Rutherford et constituant commun à toutes les formes de matière ;

2° Le cation hydrogène, proton P entouré de molécules d'eau et constituant caractéristique de ces corps si importants que sont les acides ;

3° L'hydrogène atomique ($\text{P} + \text{E}$) résultant de la juxtaposition d'un proton et d'un électron (fig. 5), obtenu en chauffant l'hydrogène ordinaire à haute température et déjà appliqué avec succès aux soudures compliquées ;

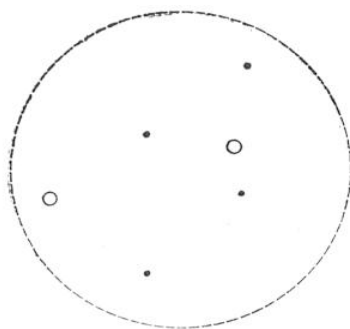


FIG. 8. — LE NOYAU D'HÉLIUM OU PARTICULE ALPHA
(Grossissement :

10 milliards de diamètres.) Ce noyau renferme deux électrons (négatifs), représentés par de petits cercles, et quatre protons ou noyaux d'hydrogène (positifs), figurés par des points.

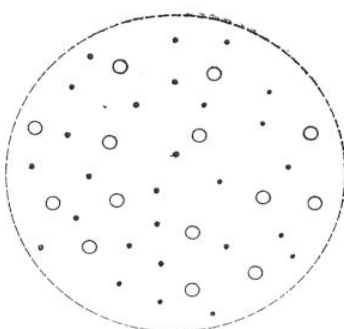


FIG. 9. — LE NOYAU D'ALUMINIUM
(Grossissement :

10 milliards de diamètres.) Ce noyau comprend 14 électrons (cercles) et 27 protons (points). Dès qu'un électron quitte le noyau, il prend des dimensions analogues à celles du noyau tout entier.

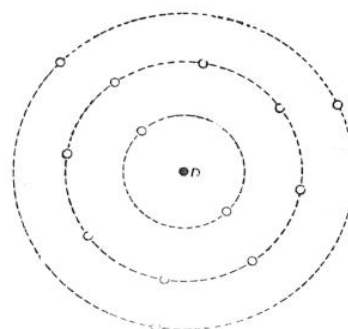


FIG. 10. — L'ATOME D'ALUMINIUM
(Grossissement :

65 millions de diamètres.) Cet atome contient un noyau n (fig. 9) entouré de 13 électrons. Tout l'atome tient dans une sphère d'un dix millionième de millimètre de rayon. Les dimensions des constituants par rapport à l'ensemble sont comparables à la dimension d'une planète par rapport au système solaire.

la stérilisation des eaux. On comprend donc pourquoi l'hydrogène triatomique a été baptisé « hyzone », d'autant plus que cet hyzone se prépare à partir de l'hydrogène comme l'ozone, en partant de l'oxygène, c'est-à-dire par des décharges électriques. On obtient ainsi un produit, qui se détruit de lui-même en une minute et qui, par suite, est doué d'une activité extraordinaire : c'est ainsi qu'il se combine, dès la température ambiante, au soufre pour donner de l'hydrogène sulfuré H_2S , gaz toxique, à odeur d'œufs pourris. Et il n'est pas interdit de supposer que l'hyzone, lorsqu'on saura le produire économiquement, pourra être employé comme agent particulièrement efficace d'hydrogénations.

Pour reprendre en quelques mots les aspects multiples de l'hydrogène sous une

4° L'hydrogène habituel ou diatomique ($2\text{P} + 2\text{E}$), représenté par la figure 4, qui sert au chauffage, au gonflement des aérostats, ainsi qu'à des synthèses chimiques importantes ;

5° L'hydrogène triatomique ou hyzone ($3\text{P} + 3\text{E}$), qui, de simple curiosité de laboratoire, se transformera peut-être un jour en un produit intermédiaire utile.

Nous sommes loin, aujourd'hui, de l'hydrogène ordinaire, isolé au milieu du XVIII^e siècle par Cavendish : ces développements ne se bornent pas à divulguer les propriétés d'un corps particulier, très remarquable ; ils nous montrent, sur un cas concret, comment la physique réussit à rénover des problèmes de chimie qui pouvaient passer, il y a seulement vingt-cinq ans, pour complètement connus.

MARCEL BOLL.

A LA CONQUÊTE DE LA « FLAMME BLEUE »

Les nouveaux paquebots allemands « Bremen » et « Europa » vont-ils battre les records de vitesse du monde ?

Par Henri LE MASSON

Symbole envié de la plus grande vitesse sur les océans, la « flamme bleue » (blue ribbon) est actuellement détenue par le paquebot anglais Mauretania, avec ses 25 nœuds. Il a effectué, en effet, vingt-sept fois en un an le trajet Southampton-New York, à la vitesse moyenne de 25 nœuds 51. Mais l'effort de l'Allemagne, qui a accompli un véritable tour de force pour la renaissance de sa marine marchande, semble devoir menacer le pavillon britannique dans le domaine des records de vitesse. En effet, pour ses deux paquebots gigantesques qui sont actuellement en achèvement, l'un à Brême, l'autre à Hambourg, et qui porteront respectivement les noms de Bremen et Europa, il est prévu une vitesse minimum de 26 nœuds. Aux essais, on envisage même qu'ils réaliseront 27 nœuds et demi. Le Norddeutscher Lloyd a été conduit à obtenir de telles vitesses pour assurer à ses bâtiments un séjour à New York au moins égal à celui des paquebots des autres lignes européennes, et cela tout en prévoyant un service hebdomadaire et malgré la distance de Brême à New York, sensiblement supérieure à celle du Havre à New York. Ces nouveaux géants de l'Océan auront un déplacement de 55.000 tonnes (notre Ile-de-France n'a que 44.000 tonnes) et seront actionnés par des turbines à vapeur à engrenages d'une puissance totale de 96.000 chevaux. Sur ces paquebots, qui ont été lancés au mois d'août 1928 et qui seront mis en service dans le courant de l'année 1929, les techniciens trouveront les perfectionnements les plus récents de la construction navale et notamment certaines particularités qui sont le résultat d'études minutieuses effectuées en Allemagne dans les bassins d'essais des carènes. C'est ainsi que la forme de ces paquebots, par suite de leur largeur, les fait plutôt ressembler à des cuirassés, et que leur étrave présente, à la base, un renflement caractéristique leur donnant une forme tout à fait spéciale et inaccoutumée. Nous avons précédemment montré, dans LA SCIENCE ET LA VIE (1), le développement pris par la marine marchande allemande depuis la guerre. Après la mise en service des deux nouveaux paquebots Bremen et Europa, l'Allemagne possédera sous son pavillon 900.000 tonneaux, chiffre sensiblement égal à celui qu'elle avait su acquérir en 1914.

La lutte pour le record de vitesse entre les grandes compagnies de navigation

DANS une précédente étude (2), nous avons rappelé les grandes étapes de la course au tonnage et à la vitesse à laquelle se livrèrent, pendant les premières années du xx^e siècle, les grandes compagnies de navigation. De 20.000 tonneaux environ en 1900, la jauge brute des « grands » paquebots s'éleva, en 1907, à 30.000 tonneaux et atteignit près de 57.000 tonneaux en 1914, avec le *Vaterland* de la Compagnie allemande H. A. P. A. G. La vitesse passait, dans le même temps, de 18-21 nœuds à 22-25 nœuds. Après avoir été « les plus rapides » au monde, les bâtiments allemands avaient dû aban-

donner aux deux fameux « cunarders » *Lusitania* et *Mauretania* le « blue ribbon », « la flamme bleue », symbole de la plus grande vitesse sur les océans. L'un d'eux a disparu, torpillé dans les circonstances tragiques que l'on connaît ; l'autre détient toujours son brillant record, bien qu'il ait atteint vingt et un ans d'âge. En un an il a effectué vingt-sept fois le parcours Southampton-New York, à la vitesse moyenne de 25 nœuds 51.

Très vite, en effet, les armateurs s'étaient rendu compte qu'il ne suffisait plus de gagner un nœud de vitesse pour aboutir à un gain de temps appréciable dans le parcours États-Unis-Europe. D'autre part, il semblait impossible d'atteindre pratiquement les vitesses très supérieures qui auraient permis de réaliser des progrès vraiment intéressants.

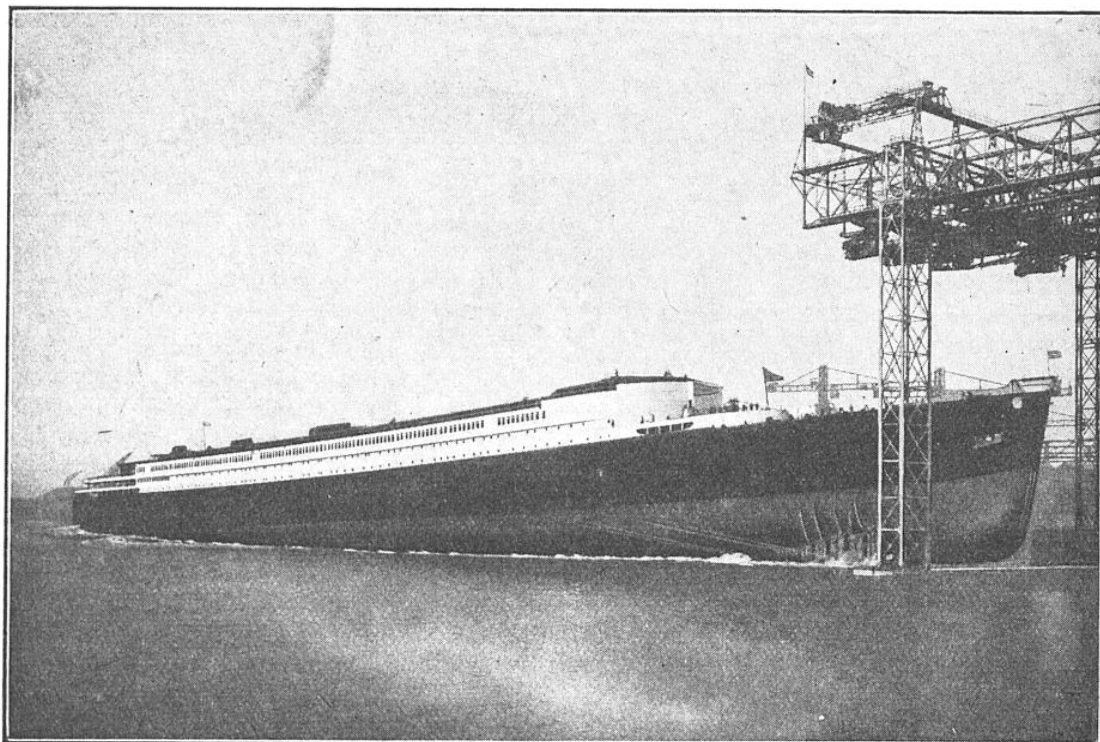
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 128, page 113.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 123, page 175.

Le « Bremen » et l'« Europa » doivent atteindre la vitesse de 26 nœuds et demi

Aussi, lorsque le Norddeutscher Lloyd (N. D. L.) passa commande de deux paquebots géants : le *Bremen* et l'*Europa*, il y a deux ans, l'opinion maritime, celle des milieux britanniques surtout, se montra-t-elle d'autant plus intéressée que, très avare de renseignements précis sur ces nouvelles

Il n'eût peut-être pas été nécessaire de donner au *Bremen* et à l'*Europa* une vitesse aussi grande pour répondre aux besoins de leur service. Mais la distance Brême-New York est légèrement plus grande que celle qui sépare Le Havre ou Southampton du grand port américain. Pour assurer à leurs nouvelles unités un séjour dans les ports terminus au moins égal à celui dont les paquebots français et anglais similaires bénéfi-



LE LANCEMENT DU NOUVEAU PAQUEBOT ALLEMAND « BREMEN », DONT LE DÉPLACEMENT ATTEINT 55.000 TONNES (AOÛT 1928)

unités, la compagnie allemande ne démentit pas l'information qui fut alors communiquée de leur vitesse prévue : 26 nœuds 5 en service ; 27 nœuds 5 aux essais ; plus, par conséquent, que le *Mauretania*.

Ces deux paquebots vont permettre au Lloyd d'assurer, à l'instar de la Compagnie Générale Transatlantique et de deux armements britanniques, ce service hebdomadaire par paquebots rapides de grand luxe, auquel veulent parvenir toutes les grandes compagnies de navigation intéressées dans le trafic nord-atlantique et pour lequel trois unités sont indispensables. Le Norddeutscher Lloyd, en effet, dispose déjà du *Columbus*, paquebot de 32.000 tonneaux, terminé en 1922.

cient, les Allemands devaient leur donner une vitesse de route supérieure à celle de leurs concurrents.

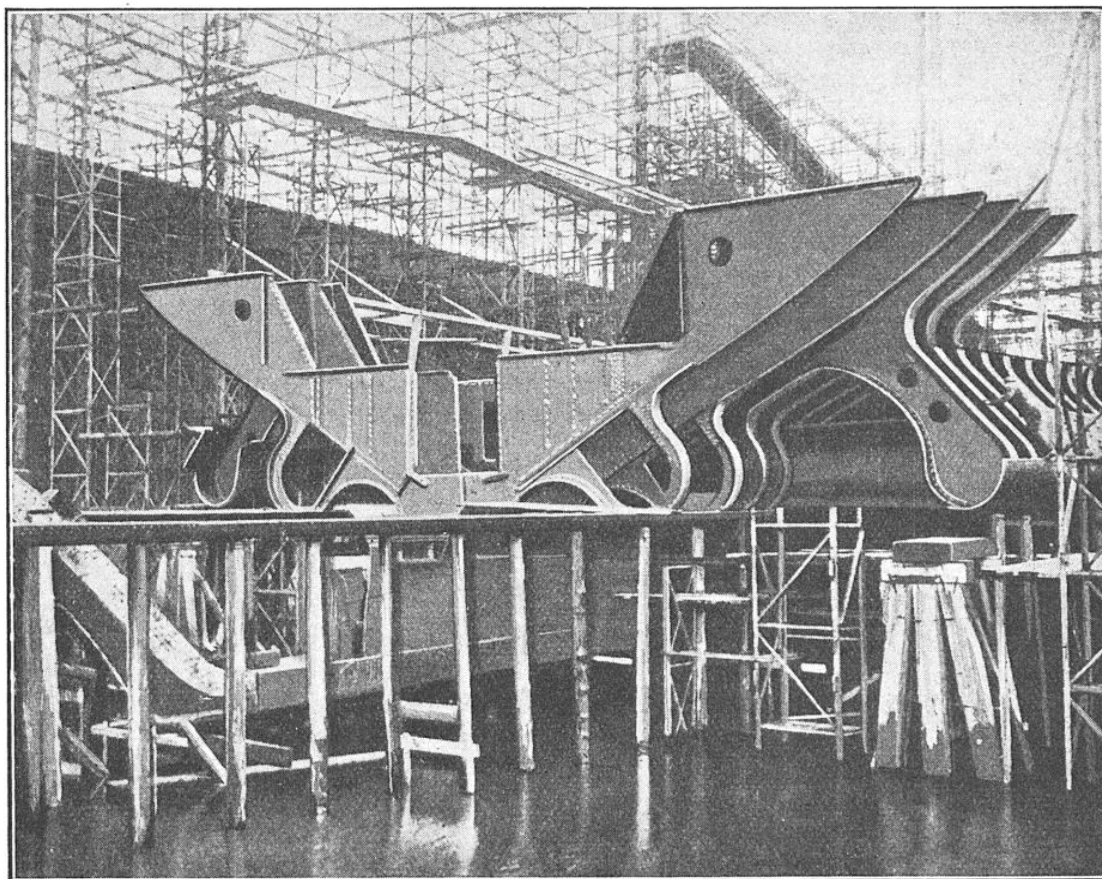
En effet, pendant la traversée proprement dite, les équipages de grands paquebots ne connaissent que peu de repos, et très souvent on est obligé de leur demander des heures supplémentaires. Il importe donc de leur donner, entre chaque traversée, un temps minimum de détente.

De plus, quelque rapides que puissent être les opérations de chargements et de déchargements dans un port très moderne, il ne faut pas oublier que les grands paquebots d'aujourd'hui peuvent emporter jusqu'à 10.000 et 11.000 tonnes de marchandises, ce qui demande tout de même un

délai assez important pour la manutention.

Enfin, il faut songer à l'embarquement du mazout (quoique très rapide il est vrai), celui des vivres et aussi les réparations ou vérifications indispensables des organes du navire entre deux traversées.

peuvent plus, maintenant, tabler que sur les passagers de cabine pour assurer le succès de leur service, et il est certain que les passagers de première classe, surtout, éprouvent une plus grande attirance pour les paquebots rapides. Certes, d'autres éléments :



VUE DE L'ARMATURE MÉTALLIQUE DE LA QUILLE DU « BREMEN »

L'ouvrier situé à droite de la photographie permet de se rendre compte des dimensions approximatives de la quille de ce paquebot, dont on voit ici quelques éléments constitutifs de l'armature.

Les passagers des paquebots de luxe modernes exigent des traversées de plus en plus rapides

Il ne faut pas oublier, enfin, que les paquebots d'aujourd'hui n'ont plus les mêmes éléments de trafic-passagers qu'avant la guerre ; les barrières dressées par les autorités américaines contre l'immigration européenne ont eu pour résultat de réduire sensiblement le nombre des passagers de troisième classe. Les compagnies de navigation, qui comptaient surtout sur ces derniers pour balancer leurs recettes et leurs dépenses, ne

le confort, le luxe des aménagements, l'agrément plus grand que l'on trouve sur certains plutôt que sur d'autres, interviennent ; mais le facteur vitesse joue un rôle primordial et c'est un excellent agent de publicité.

Les caractéristiques des nouveaux paquebots allemands

Le *Bremen* et l'*Europa* sont en achèvement, l'un à Brême, l'autre à Hambourg. Mis sur cale les 18 juin et 23 juillet 1927, ils furent lancés — à vingt-quatre heures d'intervalle — les 15 et 16 août 1928. Pendant que l'ambassadeur des Etats-Unis à Berlin

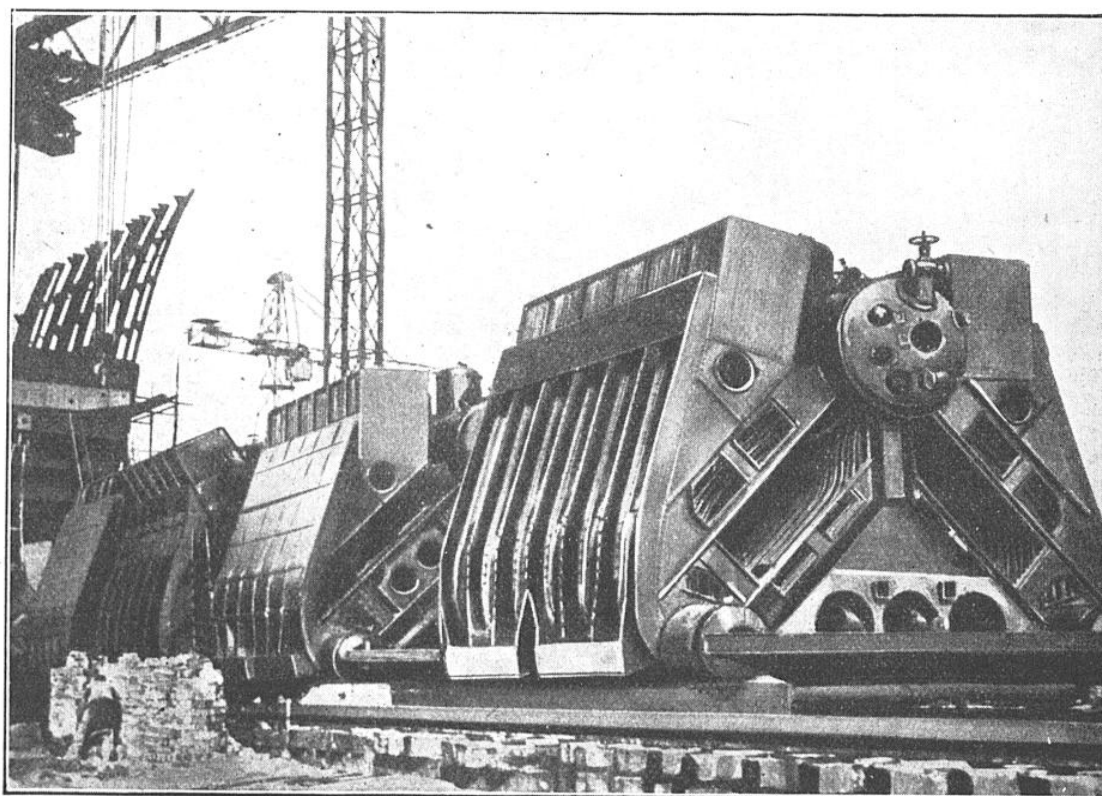
CARACTÉRISTIQUES	BREMEN EUROPA (Allemagne)	MAJESTIC	AQUITANIA (Angleterre)	ILE- DE-FRANCE (France)
Année de mise sur cale.....	1927	1913	1911	1924
Année de mise en service.....	1929	1921	1914	1927
Longueur	286 m 10	285 m 89	263 m 64	231 m »
Largeur	33 m 04	30 m 48	29 m 56	28 m 50
Tirant d'eau.....	9 m 90	11 m 88	11 m »	11 m »
Jauge brute.....	46.000 tx	56.551 tx	45.647 tx	43.250 tx
Déplacement	55.000 t	60.000 t	53.000 t	44.000 t
Puissance en service.....	80.000 ch	65.000 ch	60.000 ch	52.000 ch
Vitesse en service.....	26,5	24	23,5	23,5

TABLEAU COMPARATIF DES CARACTÉRISTIQUES DES GRANDS PAQUEBOTS MODERNES

présidait au lancement du premier, le maréchal Hindenburg, président du Reich, assistait au lancement du second et rappelait, dans des termes vibrants, l'effort méritoire du Lloyd depuis le jour où, pour la première fois, un paquebot avait été lancé pour son compte, qui portait, lui aussi, il y a plus de soixante-dix ans, le nom de *Bremen*.

Ce double lancement, témoignage effectif de la renaissance de la marine marchande allemande, a été salué avec enthousiasme par toute l'Allemagne.

La politique de silence adoptée par la direction du N. D. L. pour tout ce qui concerne ses nouveaux bâtiments, ne permet pas encore de publier des renseignements aussi



LES CHAUDIÈRES A HAUTE PRESSION AVANT LEUR MISE EN PLACE SUR LE « BREMEN »
Ces chaudières, à 28 kilogrammes de pression par centimètre carré, sont destinées à alimenter quatre groupes de turbines à engrenages, d'une puissance totale de 96.000 ch, capables d'assurer au paquebot une vitesse de 27,5 nœuds, soit plus de 48 kilomètres à l'heure.

complets qu'on pourrait le désirer : les chiffres que nous avons donnés ne sont qu'officiels ; mais ils se rapprochent de très près des données réelles et permettent de se faire une idée exacte de ce que sont le *Bremen* et l'*Europa*.

Dans le tableau de la page 392, ils sont donnés en comparaison avec ceux du *Majestic*, le plus grand paquebot qui soit en service ; de l'*Aquitania*, qui est le plus représentatif des grosses unités britanniques et de l'*Ile-de-France*, le plus grand bâtiment de mer français.

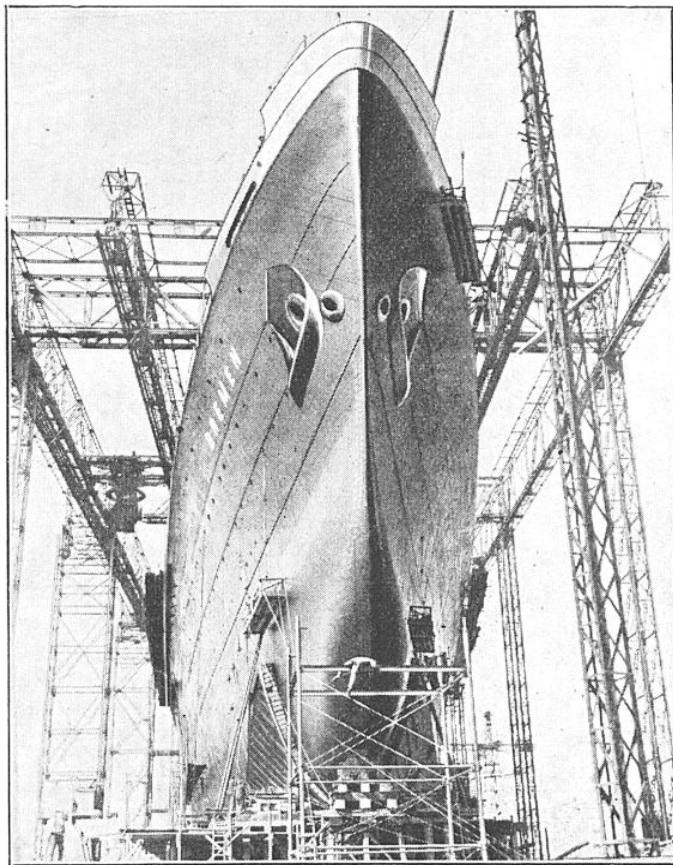
Le chiffre exprimant les longueurs du *Bremen* et de l'*Europa* frappera l'attention du lecteur : on sait que la longueur d'un navire s'exprime, pour les bâtiments de mer, soit « entre perpendiculaires », soit « hors tout » (1). Nous ne pouvons, malheureusement, préciser de laquelle il s'agit pour les deux bâtiments allemands ; pour les trois autres paquebots, par contre, nous avons indiqué la longueur « entre perpendiculaires ».

S'il en est de même pour le *Bremen* et l'*Europa*, ce seront pendant quelque temps non seulement les unités les plus rapides du monde, mais aussi les plus « grandes » — nous ne disons pas les plus « considérables », puisque leur jauge brute et leur déplace-

ment sont moindres que ceux de quelques autres unités en service depuis plusieurs années déjà. Si, au contraire, ce chiffre de 286 m 10 représente leur longueur « hors tout », le *Majestic* demeure, jusqu'à nouvel ordre, le paquebot le plus « grand » du monde, avec 291 m 38 de longueur.

Une autre donnée est également remarquable : leur largeur — 33 m 04 — c'est-à-dire sensiblement plus que n'importe quel autre bâtiment de mer. Par contre, le tirant d'eau est relativement faible : le N. D. L. a dû tenir compte du peu de profondeur de la Weser, à l'embouchure de laquelle s'élèvent les constructions du port de Brême.

Tout ceci laisse à penser que les formes de coque sont assez différentes de celles des autres paquebots géants. Et c'est bien l'impression qu'ont éprouvée les témoins du lancement. Plusieurs correspondants de journaux tech-



VUE AVANT DE L'ÉTRAVE DU « BREMEN »

On remarque la partie inférieure, renflée, qui est une des caractéristiques de la construction de ce paquebot. Cette nouvelle forme est le résultat d'études dans des bassins d'essais, en vue de diminuer la résistance à l'avancement.

niques anglais ont écrit dans leurs relations de cet événement que la section du *Bremen* et de l'*Europa* leur avait rappelé celle d'un cuirassé beaucoup plus que celle des paquebots antérieurement construits. Cette impression était encore renforcée par la vue de leur étrave. Effilée, comme il est de règle, jusqu'à la ligne de flottaison, celle-ci s'aplatit ensuite comme si elle avait été violemment écrasée. Les œuvres vives — à l'avant — paraissent avoir reçu un soufflage dont les lignes vont ensuite rejoindre le

(1) L'expression : longueur « hors tout » se définit par elle-même ; on nomme « perpendiculaires », les verticales passant par les extrémités de la flottaison.

tracé normal de la coque, mais qui se prolongent, cependant, assez loin. Cette étrave, renflée dans sa partie sous-marine, est une des caractéristiques les plus marquantes de ces nouveaux paquebots : elle témoigne d'un abandon très net des données traditionnelles de la construction navale.

Si cette constatation peut étonner de prime abord, il importe de faire remarquer que, depuis plusieurs années, les Allemands poursuivent, dans leurs bassins d'essais des carènes, l'étude de formes nouvelles et que, d'autre part, pour les torpilles automobiles comme pour les dirigeables, il y a déjà longtemps que les constructeurs se sont rendu compte que, loin de nuire à l'avancement, les formes arrondies de l'avant, qui caractérisent aujourd'hui ces engins, le favorisent plutôt. La finesse des formes de l'arrière importe bien davantage et l'on se souviendra que celle des poissons répond également aux mêmes conditions.

Le « Bremen » et l' « Europa » disposeront, chacun, de 96.000 ch

Les appareils moteurs du *Bremen* et de l'*Europa* comportent quatre groupes de turbines à engrenages et simple réduction, commandant chacun une hélice en bronze du poids de 17 tonnes environ. La vapeur est fournie par des chaudières à haute pression et tirage forcé (système Howden), à la pression de 350 à 400 livres par pouce carré (1). Ces chaudières sont à tubes d'eau et appartiennent au type Yarrow modifié. Elles seront alimentées à l'eau distillée et chauffées au mazout.

La puissance totale développée doit atteindre 96.000 ch et permettre de soutenir aux essais une vitesse de 27 nœuds 5. En service, on estime que 80.000 ch suffiront pour maintenir une allure régulière de 26 nœuds (2) ; le *Bremen* et l'*Europa* disposeront ainsi d'une précieuse réserve de puissance. Si certaines unités de la marine de guerre dépassent ce chiffre de 96.000 ch, aucune unité de la marine marchande, par contre, ne l'a encore atteint.

Les progrès réalisés dans la construction des machines marines depuis une dizaine d'années : turbines à marche rapide avec organes réducteurs, surchauffe, chaudières à tubes d'eau et à haute pression, emploi de groupes Diesel électriques pour les services auxiliaires, permettent maintenant d'escompter de tels résultats. Nous le verrons encore mieux lorsque — dans quinze ou

dix-huit mois — seront lancées les nouvelles unités, anglaises et françaises, mises sur cale il y a quelques semaines, ou qui vont l'être incessamment. Il semble très probable que, pour ces bâtiments, des vitesses de 28 à 30 nœuds soient escomptées.

L'aménagement pour les passagers

Le *Bremen* et l'*Europa* comporteront quatre classes de passagers : des premières, des secondes, des « touristes » (catégorie spéciale de passagers de troisième classe, généralement d'origine américaine) et des troisièmes classes ordinaires ; au total : environ 2.200 personnes. Ce chiffre, relativement modeste par comparaison avec les 4.100 passagers du *Bismarck* (aujourd'hui *Majestic*), lors de sa mise sur cale en 1912, témoigne éloquentement des transformations survenues dans les éléments du trafic-passagers nord-atlantique. A ces 2.200 passagers s'ajouteront 1.000 hommes d'équipage, dont plus des trois quarts appartiendront au personnel hôtelier.

Une innovation dans les aménagements prévus sera l'existence d'un restaurant, tout à fait indépendant de la salle à manger habituelle. Des billets de passage pourront donc être vendus exclusivement pour le parcours maritime, sans repas. Les passagers de première classe demeureront libres de déjeuner ou dîner au restaurant et de régler chacun de leurs repas, comme ils pourraient le faire à terre.

Ajoutons que toutes les embarcations de sauvetage seront de puissants canots à moteur, dont quatre dotés d'installations de T. S. F., et que l'installation d'une catapulte de lancement pour avions a été prévue.

Le *Bremen* et l'*Europa* seront donc des compétiteurs des plus sérieux pour tous les grands paquebots qui se partagent actuellement les faveurs de la clientèle transatlantique. Nous ne pouvons qu'admirer les efforts de leurs armateurs, qui, après avoir vu leur flotte réduite, en juin 1919, à quelques bâtiments de tonnage négligeable, ont réussi à en reconstituer une de près de 900.000 tonneaux, égale, par conséquent, à celle dont ils disposaient en 1914.

HENRI LE MASSON.

N. D. L. R. — La Compagnie Transatlantique construit actuellement un paquebot dont les qualités de vitesse et de confort ne seront égalées par aucun des bâtiments actuellement en service. Une lutte se prépare donc entre les différentes compagnies maritimes du globe pour s'assurer une sorte de suprématie commerciale par une émulation soutenue dans le domaine de la technique et de la navigation. Nous donnerons prochainement les caractéristiques de ce paquebot.

(1) 28 kilogrammes par centimètre carré.

(2) Près de 40 kilomètres à l'heure.

LA TRANSMISSION DES IMAGES PAR LA « RADIO » EST UNE ÉTAPE VERS LA TÉLÉVISION

Par Lucien FOURNIER

Les applications de la « radio » s'étendent aujourd'hui à tous les domaines de l'activité humaine : informations variées — depuis le cours des denrées jusqu'aux événements politiques — ; diffusion des concerts, des discours, des pièces de théâtre, etc... Une nouvelle tendance paraît devoir s'affirmer, grâce au concours de la transmission des images à distance, qui permet aux quotidiens de reproduire rapidement les documents photographiques (1). Déjà, il est possible de recevoir chez soi, sans passer par un journal, les documents photographiques transmis par l'intermédiaire des ondes hertziennes, et cela au moyen de petits appareils portatifs, d'un prix minime, qui se branchent à la suite du récepteur de T. S. F. ordinaire, remplaçant ainsi ou complétant le haut-parleur. La transmission des images à distance est une étape décisive vers la télévision, et l'on peut dire aujourd'hui que, grâce à la « radio », le document complète l'information, en attendant qu'un interlocuteur puisse recevoir sur un écran l'image animée de son correspondant même. Ce sera alors le triomphe de la « radiovision ».

Télévision et pantélégraphie

NE parlons pas de télévision : celle-ci nous apparaît encore sous une forme trop nébuleuse, celle que prennent les mondes avant de naître. Mais la transmission de toute illustration, qu'elle soit texte ou reproduction photographique, est un fait acquis. C'est, si l'on veut, la première étape de la télévision, c'est-à-dire de la réception, au domicile de chacun, des tranches de vie, préparées ou réelles, au moment précis où leurs rites se déroulent. Nous n'en sommes pas encore là.

Le mot qui caractérise à la fois l'envoi par les ondes hertziennes, ou par fil, de l'écriture, du dessin, de l'image photographique, n'est pas encore inventé. Nous utilisons les vocables du passé, « téléautographe », « photo-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 138, page 507.

télégraphie », voire même « pantélégraphie », vieux de bientôt un siècle, mais qui se rapprochent mieux de la conception moderne, car, actuellement, on peut télégraphier tout ce que l'on veut, à la condition — essen-

tielle — que ce tout soit inscrit sur une feuille de papier. La télévision supprime le papier. Toute la différence entre les deux découvertes tient, on le voit, en bien peu de chose.

La transmission

Pour transmettre une *image*, quelle que soit sa composition, dessin ou photographie, il est nécessaire

de procéder à une exploration de toute sa surface. Ce procédé est possible de diverses manières ; la plus moderne utilise le rayon lumineux, qui, réduit en un point, frappe cette image. En enroulant sur un cylindre le papier qui lui sert de support et en faisant tourner et progresser ce cylindre à la



L'APPAREIL RÉCEPTEUR D'IMAGES DE M. ALEXANDERSON

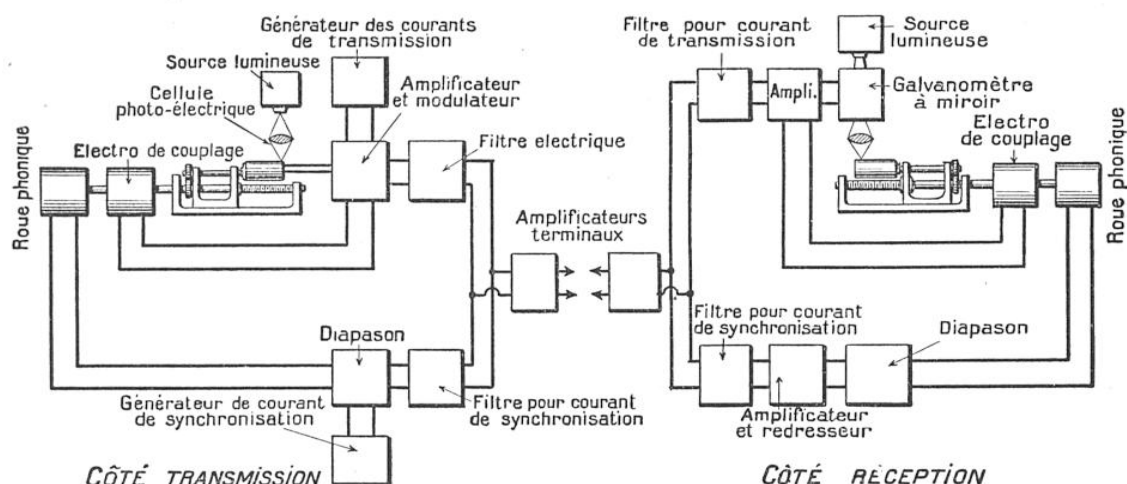


SCHÉMA DU SYSTÈME DE LA COMPAGNIE BELL

L'image à transmettre est tirée sur une pellicule qui se laisse traverser par la lumière d'une source électrique. Il passe plus ou moins de lumière selon que chaque point de l'image (qui tourne sur un tambour en verre) est plus ou moins transparent. Cette lumière atteint la cellule photoélectrique placée à l'intérieur du cylindre et détermine l'envoi de courants, amplifiés ensuite, puis utilisés pour moduler un courant porteur produit par une lampe génératrice. Comme ces courants sont destinés à emprunter un circuit téléphonique, ils ressemblent, tant au point de vue de l'intensité que de la fréquence, aux courants téléphoniques. A l'arrivée, ces courants, amplifiés, agissent sur un galvanomètre à miroir, qui projette la lumière d'une source locale sur le papier sensible. Le synchronisme est assuré par des roues phoniques commandées par des diapasons entretenus électriquement (1).

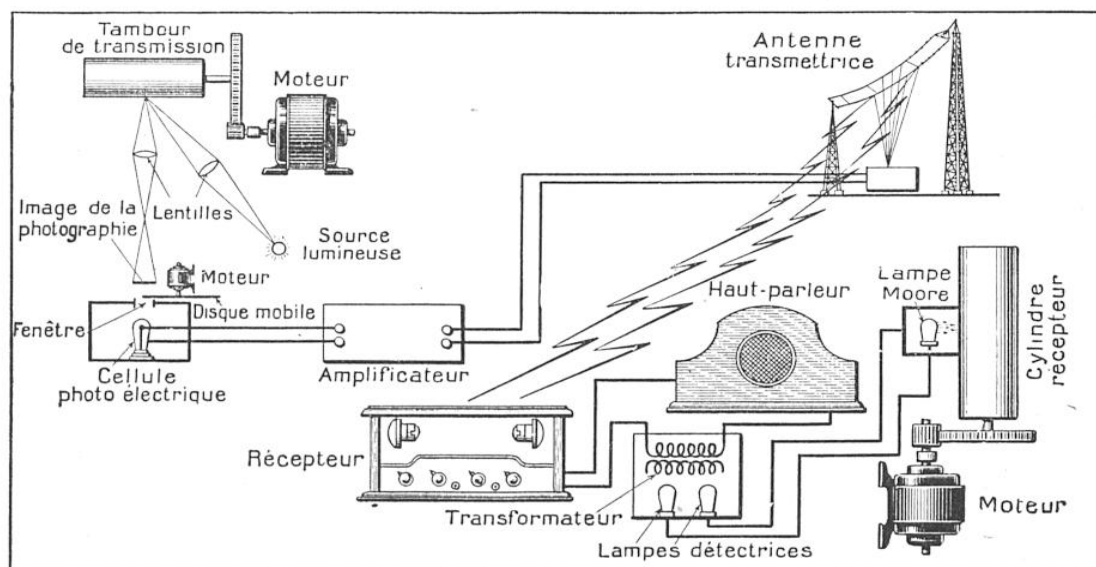
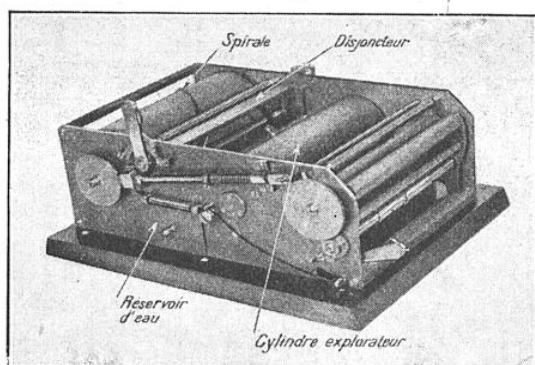


SCHÉMA DU SYSTÈME DE M. ALEXANDERSON

Dans l'appareil de transmission, la lumière émise par la source est réfléchiée sur l'image enveloppant le tambour. Cette image se reconstitue entièrement devant la fenêtre de la chambre qui contient la cellule photoélectrique. Mais la lumière qui en émane est hachée par un disque perforé suivant une spirale, afin de réaliser l'exploration par points. Chaque point atteint la cellule photoélectrique qui provoque l'envoi de courants dans l'antenne transmettrice après amplification. A la réception, les courants sont reçus dans un récepteur ordinaire, détectés et amplifiés avant d'atteindre la lampe Moore, dont la lumière, obéissant aux intensités des courants reçus, impressionne un papier sensible qui reproduit l'image.

(1) Voir La Science et la Vie, n° 131, mai 1928, page 421.



VUE INTÉRIEURE DU REPRODUCTEUR
« TELEFUNKEN »

Cet appareil est à fonctionnement continu. Il est alimenté par une bande de papier imprégné d'iodure de potassium livrée en bobine. On introduit cette bobine sur un tambour et le papier se déroule sans arrêt, si on le désire, pour recevoir un nombre quelconque d'images. Il passe d'abord dans un récipient contenant un peu d'eau pour l'humecter, ensuite entre deux cylindres d'impression, enfin entre des cylindres d'entraînement qui le poussent hors de l'appareil. Le système d'impression diffère de ceux à pointe métallique. Il est représenté par deux cylindres métalliques, dont l'un, le plus grand, est entouré par un fil métallique à pas hélicoïdal très faible. Le second, plus petit, comporte une lame, également métallique, faisant une seule fois le tour du cylindre, d'une extrémité à l'autre. Le fil du premier cylindre a pour fonction d'appuyer le papier contre la lame. Pendant la rotation, le courant passe de la lame au fil, à travers le papier, dont il décompose la solution. Mais le papier reste en place pendant toute la durée d'une révolution de la lame, de sorte que celle-ci provoque la reproduction de l'image en agissant par lignes successives longitudinales. A la fin de chaque révolution de ce cylindre, le papier progresse d'une très faible quantité pour enregistrer la ligne suivante du dessin ou de la photographie transmise. Le synchronisme est obtenu par l'intermédiaire d'un électrodiapason fournissant du courant à une fréquence déterminée au moteur d'entraînement du papier sensible.

façon d'un écrou sur une vis, sous le faisceau ponctuel fixe, l'image présente successivement tous les points qui la constituent à la lumière. Pratiquement, ce résultat est obtenu en sept ou huit minutes. Cette exploration est donc progressive.

Le côté merveilleux de l'invention réside dans la mise en état de servitude absolue de ce point lumineux fourni par une ampoule électrique ordinaire.

Supposons que l'image soit un dessin tracé en noir sur une feuille de papier blanc. Tant que le rayon frappera le papier blanc, il

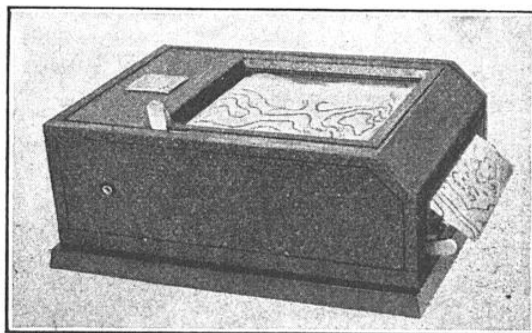
donnera naissance à un faisceau réfléchi d'une intensité maximum. Mais, lorsqu'il rencontrera une trace d'encre noire, toute réflexion sera supprimée. Si l'image est une épreuve photographique, le rayon rencontrera également des blancs et des noirs purs, mais aussi beaucoup de demi-teintes qui permettront de produire des rayons réfléchis d'intensité variable.

Le résultat de l'exploration se traduira donc par une émission de rayons lumineux réfléchis dont les intensités propres dépendent des teintes de l'image. De nos jours, avec un rayon lumineux on peut faire bien des choses. Si on le dirige sur une ampoule photoélectrique ou sur une cellule de sélénium, il intervient comme une sorte de pont pour permettre à un courant électrique de passer entre les deux électrodes de l'ampoule, entre deux fils conducteurs recouverts de sélénium.

Il est bien évident que le point lumineux sera d'autant plus actif, nous pouvons dire meilleur conducteur, que sa lumière sera plus intense. Pas de lumière, pas de courant ; beaucoup de lumière, beaucoup de courant ; peu de lumière, peu de courant. Nous nous trouvons donc, d'ores et déjà, en présence d'un système qui nous a permis de transformer l'image en courant électrique.

Il devient très facile de jeter ce courant dans l'espace sous la forme d'ondes hertziennes. Les appareils émetteurs de téléphonie sans fil le font couramment.

Ajoutons que, si le principe de l'exploration progressive de l'image est admis par tous les inventeurs, le rayon lumineux cède quelquefois la place à une pointe exploratrice, qui joue le rôle de manipulateur automatique. Dans ce cas, qui est particulier à la transmission de l'écriture et des dessins, le support de l'encre est constitué par une feuille métallique conductrice sur



LE REPRODUCTEUR « TELEFUNKEN » EN
FONCTIONNEMENT

laquelle appuie la pointe exploratrice pour fermer le circuit, alors que l'encre, étant mauvaise conductrice, s'oppose à l'envoi du courant. Il existe, d'ailleurs, plusieurs variantes de ce procédé.

La réception

Les ondes émises par le poste transmetteur sont susceptibles d'être captées par

tous les postes récepteurs installés dans un rayon qui dépend de la puissance du poste transmetteur. Ici, le poste récepteur peut être représenté simplement par des organes amplificateurs, mais les derniers perfectionnements intervenus autorisent la liaison d'un poste radiotéléphonique ordinaire avec le récepteur des images. L'amateur peut donc recevoir en haut-parleur toutes les émissions verbales ou musicales transmises et, au moment favorable, celles qui se rapportent à la réception graphique. On conviendra qu'il y a là un progrès réellement considérable, puisque toutes les émissions, quelles qu'elles soient, sont susceptibles d'être illustrées.

Comment fonctionnent ces appareils spéciaux? Ici encore, l'organe essentiel est un tambour porteur du papier récepteur. Lorsque le système s'applique seulement à la réception des dessins et des photographies, le papier chimique enveloppant le tambour se décompose sous l'action du courant.

Comme la vitesse de rotation et la propa-

gation du cylindre sont rigoureusement calquées (synchronisme) sur celles du tambour transmetteur, les départs ayant lieu sur une même génératrice de ces cylindres, toutes les émissions seront enregistrées aux mêmes emplacements que ceux qu'elles occupent sur le transmetteur.

Les conditions de temps étant remplies, l'image reçue sera la reproduction fidèle de

celle qui sert à la transmission.

Certains systèmes, déjà anciens, remplacent la pointe par un rayon lumineux émanant d'une source électrique et réfléchi par un miroir appartenant à un oscillographe. Dans ce cas, le papier chimique est un papier photographique ordinaire, enfermé, ainsi que le tambour qui lui sert de support, dans une petite chambre noire. Celle-ci porte une fente qui laisse passer le rayon lumineux au cours de ses oscillations provoquées par le passage du courant dans l'oscillographe. C'est, en quelque sorte, une

photographie du dessin ou du manuscrit transmis.

Lorsqu'il s'agit de recevoir des photographies, c'est-à-dire des images comportant non seulement des blancs purs et des noirs intenses, mais aussi des demi-teintes plus ou moins accentuées, il faut, pour obtenir ces demi-teintes sur le papier récepteur, recourir aux bons services d'une « gamme de teintes » (Belin), constituée par une lamelle de verre aux tons régulièrement dégradés,

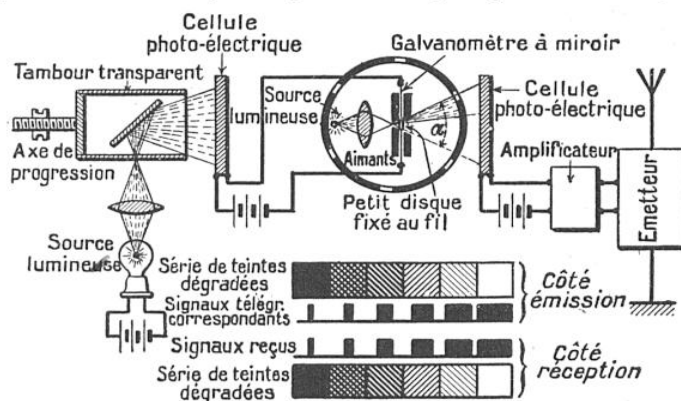


SCHÉMA DU SYSTÈME FREUND

Ce système repose sur une conception assez originale. La pellicule de transmission est fixée sur un cylindre transparent, à l'intérieur duquel se trouve un miroir incliné à 45 degrés projetant la lumière qu'il reçoit à travers la pellicule sur une cellule photoélectrique. Les courants provenant de cette cellule sont reçus dans un galvanomètre à équipement mobile, dans lequel le petit miroir est remplacé par un petit disque opaque. Lorsque l'appareil est au repos, la lumière ne peut atteindre une seconde cellule placée en face; mais, quand il fonctionne, le disque se déplace pour laisser passer une bande de lumière, dont l'étendue dépend de la transparence de la pellicule-image. Mais, avant d'atteindre la deuxième cellule, elle frappe un écran mobile, percé de fenêtres, qui la hache en longueurs (dans le temps) proportionnelles aux intensités lumineuses de départ. C'est alors seulement qu'intervient la seconde cellule pour produire des signaux de longueurs différentes, qui seront transmis par l'antenne. A la réception, les courants sont reçus dans un galvanomètre, dont l'équipage porte également une membrane qui laisse passer le faisceau émanant de la lumière locale plus ou moins longtemps selon la longueur du signal. Le papier photographique se trouve ainsi plus ou moins impressionné par la lumière. Le synchronisme est encore basé sur le principe d'Arincourt, utilisé par la plupart des inventeurs.

allant du noir intense (opaque à la lumière) à la transparence absolue, en passant par l'échelle des demi-teintes intermédiaires. Cet écran est intercalé sur le trajet du rayon lumineux, dont les oscillations sont susceptibles d'en parcourir toute la longueur avant d'atteindre le papier sensible. Celui-ci subit ses influences plus ou moins accentuées et, au développement, fournit une épreuve photographique absolument semblable à celle utilisée pour la transmission.

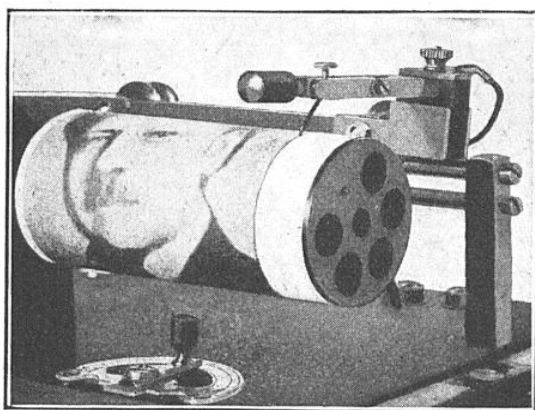
Dans les très modernes appareils récemment imaginés pour les amateurs de T.S.F., la réception photographique a pu être assurée simplement par un style conducteur de courant sous lequel se déplace un papier chimique — non photographique — et qui enregistre même les variations du courant fournies par les demi-teintes de la photographie émettrice. Les deux appareils Edouard Belin et Fultographe sont dans ce cas. On obtient ainsi des reproductions photographiques d'une fidélité parfaite (1). Enfin, le système Carolus Telefunken utilise seulement le rayon polarisé par effet Kerr (2).

Le synchronisme

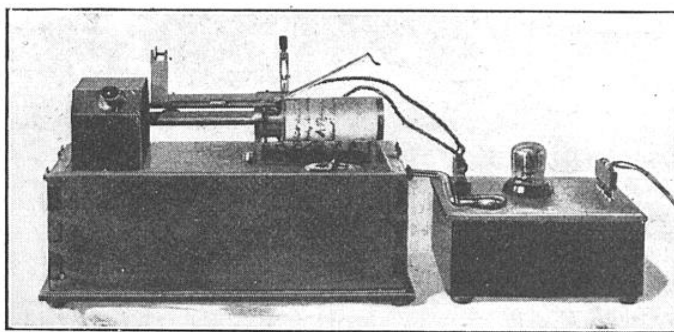
Tous les systèmes, quels qu'ils soient, exigent la réalisation d'un synchronisme

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 139, page 66.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 138, page 507.



LE « FULTOGAPHE ». CYLINDRE RÉCEPTEUR



LE « FULTOGAPHE »

Le « Fultographe » complète le récepteur de T. S. F., auquel il est relié par les bornes du haut-parleur. Sur le tambour de transmission est enroulée l'image à transmettre obtenue par photo-gravure sur une plaque de cuivre, mais cette photo-gravure est constituée par un réseau linéaire, au lieu d'un réseau de points. Ce cliché est placé de manière que les lignes transversales se trouvent disposées longitudinalement sur le tambour. L'image en rotation passe donc sous le style qui ferme le circuit du courant électrique à chaque passe d'une ligne. Mais un buzzer interrompt ce courant, à une fréquence musicale, et c'est ce courant interrompu qui module le courant de haute fréquence de l'émetteur. A la réception (voir le schéma), le courant-plaque parcourt le circuit hachuré, traverse un relais, parvient au cylindre métallique, passe par le style qui appuie sur le papier chimique et le décompose. Il retourne ensuite à la batterie de 80 volts. Le synchronisme est assuré par l'émission d'un signal spécial au début de chaque tour du cylindre du transmetteur ; ce signal est reçu dans un deuxième relais qui dégage le cliquet d'arrêt pour permettre au cylindre récepteur de se remettre en route. Ce système de synchronisme a été appliqué par tous les inventeurs. On voit que le courant qui fait fonctionner le relais de synchronisation, est fourni par la batterie de chauffage.

rigoureux entre les mouvements des appareils transmetteurs et récepteurs.

Le plus simple et le plus ancien, sinon le plus précis, est basé sur le principe suivant ; le cylindre récepteur tourne un peu plus vite que celui de transmission. Il s'arrête automatiquement à chaque tour et attend, pour se remettre en marche, que le cylindre transmetteur, ayant terminé sa révolution, lui envoie un courant qui le remet en marche.

Dans les systèmes employés pour assurer un service public, on fait intervenir des moteurs synchrones. Un courant auxiliaire, transmis sur une onde de fréquence déterminée, agit sur le moteur récepteur.

Lorsque la précision doit être absolument rigoureuse, les appareils correspondants sont construits de telle sorte que leur marche synchrone est assurée pendant tout le temps que dure la réception : pendules de précision, diapasons, lampes génératrices, fournissant un courant de fréquence constante.

Conséquences économiques de la transmission des images

Il est possible d'adopter, pour définir cette nouvelle télégraphie, le terme choisi par l'abbé Caselli, le *Pantélégraphe*, qui deviendra, familièrement, le « *Pantélé* », l'institution nouvelle prenant le nom de *pantélégraphie*.

Déjà on peut échanger, entre diverses villes françaises : Strasbourg, Lyon, Marseille, des belinogrammes, reproduisant l'écriture et les dessins écrits avec une encre spéciale sur une feuille de papier ordinaire. Déjà les sans-filistes ont à leur disposition des appareils récepteurs extrêmement simples, comme le Fultographe et le Belinographe, qui leur permettent de recevoir chimiquement tous les documents graphiques ou photographiques que les principales stations émettrices du monde entier commencent à envoyer à certaines heures. Mais voici que, par ce moyen, s'ouvrent enfin à la civilisation tous les peuples qui, jusqu'ici, en étaient séparés, comme par une cloison étanche, par leur écriture idéographique.

On ne s'imagine pas avec quelles difficultés la télégraphie ordinaire a pu pénétrer chez ces peuples, notamment en Chine. La première ligne qui atteignit l'empire chinois fut la ligne sibérienne, qui aboutit à Wladivostok et fut prolongée par un câble jusqu'à Amoy. Or la transmission d'une dépêche exigeait des opérations peu expéditives. L'envoyeur chinois ayant dessiné ses caractères, l'agent du télégraphe devait composer le texte à l'aide de caractères d'imprimerie spéciaux portant, sur une face, les caractères chinois et, sur l'autre face, des groupes de chiffres. On transmettait ces nombres en retournant la composition, et l'employé

réceptionnaire, après les avoir reçus, recomposait sa planche dans l'ordre de réception des groupes de chiffres. En retournant la planche, on retrouvait les caractères chinois correspondants, qu'il fallait enfin recopier sur une feuille de papier à remettre à l'expéditeur. C'était bien là de la télégraphie secrète !

Actuellement, la « pantélégraphie » a conquis la Chine officielle. Edouard Belin a installé des appareils dans les principales villes : Moukden, Harbin, Tien-Tsin, Pékin, Nankin ; Canton et Hong-Kong seront bien-

tôt reliés de la même manière et, vraisemblablement, les grandes villes indo-chinoises et Bangkok. Tous les peuples, quels que soient les signes graphiques qu'ils emploient pour exprimer leur pensée, peuvent donc, dès maintenant, s'assurer les bienfaits que la télégraphie a apportés à la civilisation occidentale.

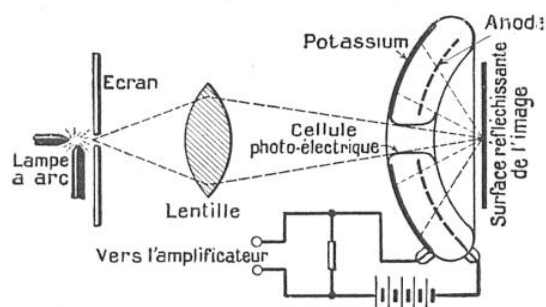
Aucune institution n'a fait plus pour hâter le progrès que la télégraphie. Elle a été le premier mode de liaison rapide entre les individus éloignés, entre les peuples.

C'est à elle que nous sommes redevables de l'extraor-

dinaire développement économique moderne, développement qui s'était arrêté aux portes mêmes des peuples antiques, lesquels ne pouvaient en bénéficier que par l'intermédiaire des langues européennes. Désormais, la barrière n'existe plus. Chinois, Hindous, Javanais, Birmans sont placés sur le même pied que nous-mêmes, il y a quelque quatre-vingts ans, lorsque le premier appareil Morse fit son apparition sur les lignes françaises, en 1851.

Voilà ce que réalise la « pantélégraphie » : une révolution essentiellement pacifique, la seule qui soit capable de faire progresser l'humanité.

LUCIEN FOURNIER.



LE SYSTÈME TELEFUNKEN-KAROLUS

Nous avons décrit l'appareil dans notre n° 138 (décembre 1928), mais il nous paraît intéressant de donner quelques détails sur la cellule photo-électrique étudiée spécialement en vue de cette application spéciale. Elle se présente sous la forme d'un anneau incurvé, dont l'ouverture centrale laisse passer le faisceau de lumière provenant de la lampe à arc. Le point lumineux qui atteint l'image fixée sur le tambour réfléchit plus ou moins de lumière, selon qu'il atteint une surface plus ou moins claire. La réflexion s'opère, comme le montre notre figure, au travers de la grille anode pour atteindre la cathode, pour permettre au courant issu de la pile locale de passer en plus ou moins grande quantité. La cellule est remplie d'hélium.

COMMENT ON FAIT, SANS CALCULS, LE « POINT » D'UN NAVIRE

Par Jean LABADIÉ

Les lecteurs de LA SCIENCE ET LA VIE connaissent déjà le procédé de guidage des navires par ondes électromagnétiques réalisé par M. William Loth, grâce à un câble immergé au fond de la mer (1). Cependant on ne peut songer à immerger un câble à travers les océans, et c'est pourquoi ce procédé n'est utilisé que pour les entrées en rades difficiles. En attendant que l'inventeur ait terminé la mise au point d'un système permettant de prolonger jusqu'au large et, finalement, jusqu'au port d'arrivée le guidage électromagnétique des navires — système que nous ne manquerons pas de signaler en temps utile à nos lecteurs — nous décrivons aujourd'hui l'appareil qu'a conçu le commandant Loth (2) pour faciliter la navigation basée sur le « point » du navire. Grâce à ce « calculateur de navigation », on peut désormais faire le point quasi automatiquement et par conséquent sans calculs, puisque l'observation d'un astre suffit.

M. WILLIAM LOTH, qui a attaché son nom au guidage des navires par ondes électromagnétiques, vient de contribuer au perfectionnement des méthodes classiques de navigation, basées sur le calcul du « point ». Son appareil, le *Calculateur de navigation*, dont nous allons exposer le principe, servira donc, plus tard, dans les cas, rares et tout accidentels, où le guidage électromagnétique serait en panne. Mais, dès maintenant, tous les navigateurs, en attendant que cette route soit établie, auront avantage à l'utiliser.

Rappel du principe de la navigation

Le navire a quitté le port. Le capitaine a tracé sur la carte la route qu'il doit suivre. Mais une carte marine n'a guère de repères : au large, elle devient un papier blanc couvert seulement d'un réseau quadrillé ; les lignes verticales (nord-sud) sont les *méridiens*, les horizontales (est-ouest) représentent les cercles de latitude, *parallèles* à l'équateur. C'est sur un tel réseau que le marin doit pouvoir situer la position quotidienne et, si possible, biquotidienne du navire.

Au départ, il entame donc sa route « à l'estime ». Si le chemin à suivre sur la carte coupe les méridiens suivant un angle constant, le compas (par l'indication du nord, après correction d'usage) fournit au navire la direction à suivre, c'est-à-dire l'angle constant avec le méridien du lieu.

Ce méridien, dont le numérotage (à partir du méridien origine) constitue la *longitude*, le commandant le repère par l'observation classique du passage d'un astre au point

culminant de sa trajectoire apparente au-dessus de l'horizon. D'autre part, la variation de hauteur du pôle au-dessus de l'horizon indique au navigateur à quelle distance angulaire il se trouve de l'équateur, ce qui constitue la *latitude*. Au moyen de cette seconde coordonnée, le navire situe sa position, son point, et corrige, par conséquent, toutes les dérives possibles dues à la navigation par la boussole.

Théoriquement, c'est simple ; pratiquement, l'opération du point est fastidieuse par les calculs qu'elle entraîne.

Ce sont ces calculs que l'appareil de William Loth et Bastien réduit à quelques manipulations quasi automatiques. Il suffit de repérer dans le ciel, fut-ce à travers une trouée de nuages, la position exacte, à une heure déterminée, d'un *seul* astre pour avoir les éléments de position du navire. Ces éléments classiques sont constitutifs de ce qu'on nomme le *triangle de position* ; ce sont : la *hauteur* de l'astre, sa distance *zénithale* (angle complémentaire de sa déclinaison) et son *angle au pôle*.

Ce triangle sphérique, il faut, dans les méthodes usuelles, le résoudre laborieusement avec la table de logarithmes. Le calculateur de Loth et Bastien le résout en deux minutes, automatiquement.

Le calcul du « point » entièrement géométrisé

Le principe du calculateur est facile à saisir, puisqu'il consiste à matérialiser l'un

(2) L'appareil décrit ici a été conçu et réalisé en collaboration par M. Loth et M. Bastien, professeur à l'École d'hydrographie de Nantes.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 94, page 301.

des objets de l'intuition la plus primitive de l'homme, la *sphère céleste*, et à se servir de cette image concrète comme d'un compas.

Les astres paraissent se mouvoir d'un seul bloc dans le ciel. D'où cette *entité* que les anciens prenaient pour une réalité : la sphère céleste, d'une physionomie si caractérisée, où chaque astre est un repère et qui tourne d'un mouvement uniforme, concentriquement à la terre, suivant le même axe, la ligne des pôles. La *sphère céleste* ainsi conçue, objectivement, représente donc une véritable mappemonde agrandie.

Retenons cette image : *sphère céleste-mappemonde*, et retournons à notre vaisseau.

Perdu sur l'Océan, le navire aperçoit la sphère étoilée de manière plus concrète, *parce que relative à sa propre position*, sphère céleste dont l'aspect, littéralement unique, varie tous les jours, à mesure qu'on s'éloigne un peu plus du point de départ ; sphère dont chaque astre présente un retard ou une avance horaires de plus en plus accentués (vis-à-vis des chronomètres du bord), à mesure que le bateau s'éloigne du méridien du port d'origine.

L'unicité d'aspect de la *sphère céleste locale* caractérise la position du navire relativement à la *sphère céleste-mappemonde*, abstraite, aussi abstraite que le globe de carton posé sur le bureau du commandant.

Mais si le commandant pouvait doubler sa mappemonde inerte d'un second globe

de cristal mouvant et portant sur lui toute la physionomie du ciel, il disposerait là d'un compas massif, se mouvant d'une seule pièce autour du globe terrestre, de manière fort commode.

Muni des observations astronomiques classiques prises sur un astre quelconque, mais bien identifié (distance *zénithale*, angle au

pôle et *hauteur*), l'officier aurait vite fait de placer sa sphère céleste de cristal de telle façon qu'elle indiquât, *par son zénith*, la position du navire sur la mappemonde (1).

Il lui suffirait, pour cela, de faire prendre à la sphère de cristal, *relativement à la mappemonde*, une inclinaison de la ligne des pôles correspondant à la *latitude* et un décalage des méridiens correspondant à la *longitude*. Ce serait plus pratique que de résoudre des triangles de position.

Tel est bien le genre d'opérations que le calculateur de navigation de

William Loth et Bastien permet d'effectuer.

Aperçu du fonctionnement

Ajoutons immédiatement que le Calculateur opère de façon moins « intuitive ». Il ne « montre » pas le résultat de l'opération au moyen d'images réelles des deux sphères célestes (la *locale* et l'*absolue* ou mappemonde) portant chacune une carte du ciel. Pour réaliser cela, il faudrait établir réelle-

(1) Le *zénith* correspond, en effet, dans le ciel, au rayon terrestre du lieu, prolongé.



LE CALCULATEUR DE NAVIGATION DE LOTH ET BASTIEN

On aperçoit la surface du disque mobile représentant la sphère céleste locale ; ce disque de verre plané tourne dans son propre plan, solidairement avec le support de l'oculaire microscope. Cet oculaire, vertical, glisse à son tour sur sa tige-support suivant le diamètre du disque. Le second disque, représentant la sphère céleste-mappemonde, est fixe et situé juste au-dessous du premier et dans une position exactement parallèle. L'ensemble des deux disques superposés est éclairé à la lumière électrique diffuse. Le microscope se met au point successivement sur l'un et l'autre disque pour effectuer les lectures.

ment des sphères à deux dimensions. Or, M. Loth s'est contenté de les figurer par des disques.

Chaque sphère est seulement indiquée par son canevas de coordonnées, autrement dit, par le quadrillage classique des latitudes et des longitudes. Ce réseau est d'ailleurs, ici, une construction purement mathématique, projetant les divers méridiens et les divers parallèles d'une sphère sur le plan d'un grand cercle passant par ses pôles (1).

La projection discoïdale de la sphère céleste-mappemonde porte ses méridiens numérotés de quatre minutes en quatre minutes de temps (c'est-à-dire de degré en degré, la rotation terrestre s'effectuant à la vitesse angulaire d'un degré par quatre minutes de temps). Les parallèles sont également tracés en degrés.

Le disque correspondant à la sphère céleste locale porte le même canevas de coordonnées,

avec cette seule particularité qu'il n'y est point question d'heure.

Ces deux canevas, cadres jusqu'ici vides, se trouveront « remplis » dès qu'on aura pu repérer, par l'observation astronomique, un seul astre (par sa hauteur, son angle au pôle et sa distance zénithale). A partir de ce moment, les deux sphères célestes (locale et mappemonde) sont matérialisées.

En effet, prenons le disque représentant la sphère céleste locale. Rien n'empêche de

(1) C'est-à-dire sur son plan méridien diamétral.

spécifier (par convention) que la circonférence du disque représentera le méridien du lieu pris sur cette sphère. Rien n'empêche de faire la même convention pour le disque projetant la sphère céleste-mappemonde. Si l'on superpose les deux disques (supposés transparents), les voilà réunis par un méridien commun, leurs circonférences.

Supposons un instant que leurs axes polaires coïncident (c'est le cas si le navire suit exactement un cercle parallèle terrestre). Le décalage des méridiens (longitude) se mesure alors par une simple différence de numéros entre les méridiens respectifs des deux projections superposées. La variation du numérotage des méridiens équivaut donc à une rotation virtuelle relative, que les disques n'ont pas à accomplir et qu'ils ne sauraient, d'ailleurs, effectuer, étant à plat l'un sur l'autre.

Le seul mouvement relatif

que peuvent prendre les disques, c'est un pivotement dans leur propre plan. Ce pivotement (du disque sphère locale, mobile, relativement à l'autre disque, fixe) équivaut précisément ici au déplacement angulaire apparent des axes polaires (projetés, ici, selon un diamètre). Ce déplacement angulaire représente la latitude.

Ainsi, le problème est élégamment résolu : le simple pivotement d'un disque plat conjugué avec un numérotage de ses méridiens projetés suffit à figurer tous les mou-

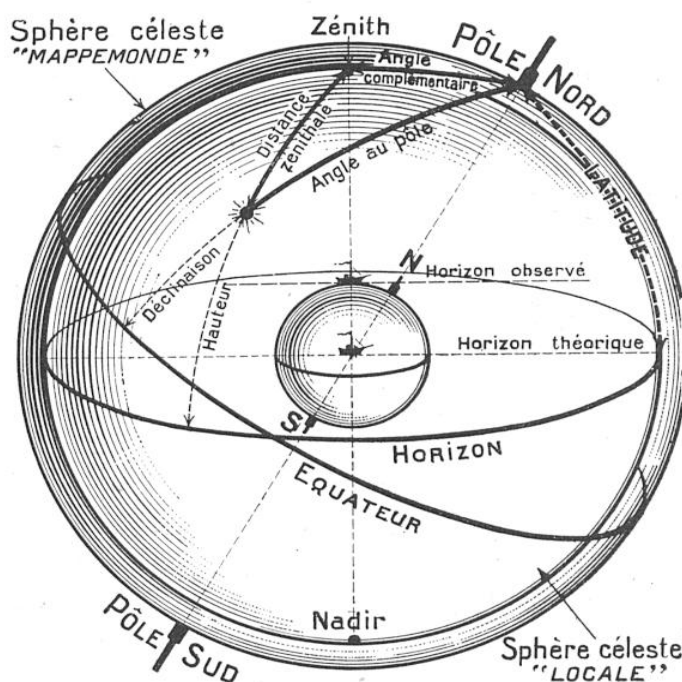


SCHÉMA DU « TRIANGLE DE POSITION » DES NAVIGATEURS

Le navire « aperçoit » la sphère céleste locale avec le « zénith » correspondant à sa propre position sur le globe terrestre. L'observation du navigateur, basée sur un astre déterminé, lui permet de connaître la distance zénithale angulaire de cet astre, son angle au pôle. La distance zénithale de l'étoile polaire telle qu'elle apparaît au navire (qui représente l'angle complémentaire de la latitude) constitue le troisième élément du triangle de position. Ce triangle (tracé en traits pleins) suffit, comme on le voit, à relier de manière rigide la sphère céleste locale (changeante avec la position du navire) à la sphère céleste absolue (mappemonde).

vements relatifs de deux sphères égales et concentriques.

Et, maintenant, comment l'œil de l'observateur va-t-il trouver ses repères dans cet appareil vraiment ingénieux ?

Des mappemondes aux détails microscopiques

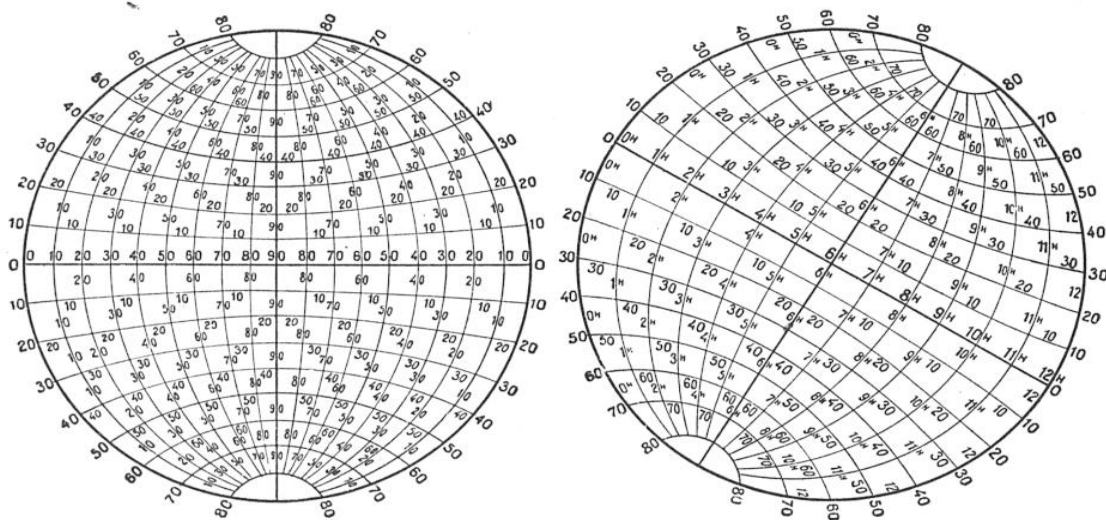
Les deux disques sont en verre mathématiquement plané, rigoureusement centrés dans leur superposition et éclairés par-dessous par une lumière diffuse venant du fond de l'appareil.

Leurs canevas ont été obtenus par pho-

apprécier visuellement les intersections de ligne à l'intérieur même des intervalles gradués (correspondant au degré et subdivisés eux-mêmes en quatre parties non numérotées, valant chacune un quart de degré).

La mise en latitude par la rotation du disque n'offre pas de difficultés.

Avec un tel outil, le navigateur peut se passer de tables de logarithmes et de formules trigonométriques. Tous les cas spéciaux (ils sont nombreux), qui vont de la vérification d'un compas jusqu'au tracé compliqué de la route « orthodromique », trouvent leur solution rapide et précise



LA GRADUATION DES DEUX DISQUES DU CALCULATEUR DE NAVIGATION

A gauche, le disque inférieur (fixe) représentant le canevas de la sphère céleste-mappemonde. A droite, le disque supérieur (mobile) représentant le canevas de la sphère céleste locale. Les graduations visibles ici ne sont qu'une très grossière représentation des trames réellement tracées par le procédé photographique et lisibles seulement au microscope.

tographie directe sur un disque de cuivre gravé de 5 mètres de diamètre portant tous les détails que pouvait supporter une réduction photographique aussi forte (les disques ont à peine 30 centimètres de diamètre). D'où la nécessité d'un microscope pour lire les indications des disques.

Un curseur muni d'un objectif de microscope se déplace suivant le grand diamètre des disques. Sa mise au point optique permet de placer dans son champ, à tour de rôle, jamais simultanément, l'un et l'autre des deux canevas discoïdaux. Cette variation focale du microscope correspond donc au passage de la sphère céleste-mappemonde à la locale, et réciproquement. Grâce au microscope, on lit fort bien les différences de longitude à une minute d'arc, si l'on sait

par ce Calculateur, instrument remarquable de navigation.

Cet appareil vient à point, à une époque où l'on ne peut se permettre de perdre vingt-quatre heures sur le trajet de Valparaíso à Sydney, simplement pour éviter de fréquents et fastidieux calculs de position au commandant naviguant suivant l'ancienne et classique « loxodromie », au lieu de prendre le grand cercle terrestre reliant ces deux ports. Vingt-quatre heures de temps, 500 milles de route, 500 tonnes de charbon, plus l'augmentation correspondante d'un fret précieux, voilà ce qu'en une traversée le Calculateur peut faire gagner à une compagnie.

Il valait la peine qu'on facilitât cette tâche.

JEAN LABADIÉ.

LES GELÉES DE PRINTEMPS ET LE RAYONNEMENT NOCTURNE

Par A. BOUTARIC

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE DIJON

Les gelées de printemps et en particulier les méfaits de la lune rousse sont assez redoutés des agriculteurs pour qu'il semble intéressant d'en exposer le mécanisme. Jusqu'ici, on croyait couramment que la lumière lunaire avait une influence déterminante sur les gelées d'avril et de mai. Il n'en est rien. Ces phénomènes s'expliquent tout naturellement au moyen des théories les plus modernes concernant l'émission des rayonnements par tous les corps. Le rayonnement des radiations infrarouges (1), dont les lois sont très complexes, favorise le refroidissement d'un corps, puisque — comme chacun le sait — tout corps qui rayonne plus d'énergie qu'il n'en reçoit de l'atmosphère se refroidit. Ces conditions sont précisément celles qui sont réalisées, par temps clair, dans une atmosphère calme.

ARAGO rapporte, dans son *Astronomie populaire*, l'amusante histoire que voici :

« Je suis charmé de vous voir réunis autour de moi, dit un jour Louis XVIII aux membres composant une députation du Bureau des Longitudes, qui étaient allés lui présenter la *Connaissance des Temps* et l'*Annuaire*, car vous m'expliquerez nettement ce que c'est que la lune rousse et son mode d'action sur les récoltes. » Laplace, à qui s'adressaient plus particulièrement ces paroles, resta comme atterré. Lui, qui avait tant écrit sur la lune, n'avait, en effet, jamais songé à la lune rousse. Il consultait tous ses voisins du regard, mais, ne voyant personne disposé à prendre la parole, il se détermina à répondre lui-même : « Sire, la lune rousse n'occupe aucune place dans les théories astronomiques ; nous ne sommes donc pas en mesure de satisfaire la curiosité de Votre Majesté. » Le soir, pendant son jeu, le roi s'égaya beaucoup de l'embarras dans lequel il avait mis les membres de son Bureau des Longitudes.

Si Laplace, qui était un très grand astronome, avait connu quelque jardinier, il eût certainement répondu aux questions de Louis XVIII. Les jardiniers donnent le nom de lune rousse à la lune qui, commençant en avril, devient pleine, soit à la fin de ce mois, soit plus ordinairement dans le courant de mai. Suivant eux, pendant ces mois, la lumière de la lune exerce une fâcheuse action sur les jeunes pousses des plantes. Ils affirment que la nuit, par ciel clair, les

feuilles et les bourgeons exposés à l'action de cette lumière roussissent, c'est-à-dire gèlent, bien qu'un thermomètre placé dans l'atmosphère se maintienne à plusieurs degrés au-dessus de zéro. Ils ajoutent encore que, si des nuages arrêtent les rayons de l'astre, aucune action nuisible ne s'observe pour des conditions de température identiques. Et ils expliquent tous ces faits par une certaine vertu frigorigène que posséderait la lumière envoyée par la lune.

Ne sourions pas trop de la science des jardiniers. Leurs observations sont exactes dans l'ensemble ; seule, l'interprétation qu'ils en donnent nous apparaît aujourd'hui comme erronée. Nous savons, à n'en pas douter, que ce n'est pas à quelque vertu frigorigène des rayons émis par la lune que sont dues les gelées de printemps, si redoutées des agriculteurs. Nous les rattacherons à des phénomènes dont les lois sont parfaitement connues, qui nous indiquent en même temps dans quel sens il semble rationnel de chercher les remèdes propres à les éviter ou à en atténuer les effets.

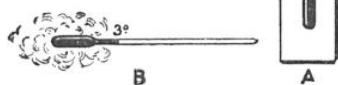
Les corps exposés à l'air libre se refroidissent par les nuits claires

A quelque mois de l'année que l'on se trouve, que ce soit l'été ou l'hiver, que la lune soit à son premier ou à son dernier quartier, qu'elle brille au firmament ou qu'elle se cache au-dessous de l'horizon, on constate, pourvu que le ciel soit clair et peu chargé de nuages, qu'un corps exposé à l'air libre se trouve toujours à une température inférieure à la température ambiante.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 141, page 177.

Le cas est très frappant pour de petites masses de substance filamenteuse : coton, duvet, brins d'herbe. Un thermomètre placé dans ces masses peut indiquer une température

FIG. 1. — LE THERMOMÈTRE « B », ENTOURÉ D'OUATE ET EXPOSÉ, LA NUIT, À L'AIR LIBRE, MARQUE, PAR CIEL CLAIR, UNE TEMPÉRATURE TRÈS INFÉRIEURE À CELLE DU THERMOMÈTRE ORDINAIRE « A » PLACÉ VERTICALEMENT PRÈS DE LUI



très inférieure à celle d'un thermomètre ordinaire situé tout à côté, mais disposé, à la manière habituelle, verticalement dans sa monture de bois (fig. 1).

L'expérience est facile à faire et chacun peut la répéter

par une nuit claire. Le physicien français Pouillet avait imaginé autrefois un petit appareil permettant d'apprécier le refroidissement des corps exposés à l'air libre et d'étudier comment ce refroidissement variait avec les conditions météorologiques. C'est, d'ailleurs, un appareil bien simple, qu'on peut construire soi-même au moyen d'une boîte de fer-blanc et d'un thermomètre. On l'a représenté sur la figure 2. Il comprend un cylindre de fer-blanc ou de laiton mince, comportant deux enveloppes séparées par du duvet. Au centre du cylindre intérieur, qui porte quatre disques superposés, recouverts du même duvet, se trouve le réservoir du thermomètre. La température qu'il indique peut être très inférieure à celle d'un thermomètre ordinaire placé verticalement à côté de l'appareil.

De quoi dépend le refroidissement des corps exposés à l'air pendant la nuit

En modifiant un peu les expériences précédentes, on peut les rendre très instructives et constater ainsi les principales lois que suit ce phénomène si général du refroidissement des corps exposés à l'air libre pendant une nuit sereine.

1° Prenons deux thermomètres identiques, dont les réservoirs sont disposés au centre d'un petit étui en fer-blanc, dont la surface extérieure est polie pour l'un des thermomètres et recouverte de noir de fumée pour l'autre (fig. 3). La température indiquée par le thermomètre B, armé de l'étui noirci, est toujours, par temps clair, inférieure à celle fournie par le thermomètre A, dont l'étui est poli : l'écart, variable avec la température de l'air, est de l'ordre de 1°,5 ou 2°.

Ainsi, première conclusion importante, le refroidissement d'un corps pendant la nuit dépend de l'état de sa surface et est, toute chose égale, plus grand pour un corps noir que pour un corps brillant.

L'écart est beaucoup plus grand lorsque le thermomètre est entouré d'une substance filamenteuse, telle que coton, brin d'herbe, duvet, ou, plus simplement, lorsqu'il est posé sur l'herbe.

2° L'apparition des nuages ou la présence d'un écran artificiel diminue beaucoup le refroidissement des corps exposés à l'air libre. Comme écran, on peut prendre une planche, un carton, ou même une simple feuille de papier, un mouchoir de poche.

Ainsi, un thermomètre B, dont le réservoir est noirci, fixé un peu au-dessus d'une table exposée à l'air libre, dans un endroit découvert, marquera toujours, par temps clair, une température bien inférieure à celle d'un thermomètre A identique disposé sous la table (fig. 4).

3° Le vent a pour effet de diminuer le refroidissement des corps exposés à l'air libre, sans toutefois le supprimer si le ciel est découvert.

Comment les corps échangent-ils de la chaleur ?

Pour bien comprendre la cause du phénomène précédent, il ne sera pas inutile de rappeler ce que la physique nous apprend touchant les diverses manières par lesquelles un corps peut gagner ou perdre de la chaleur.

Quand deux corps sont en présence, on constate que leurs températures, si elles sont différentes, tendent à s'égaliser. C'est ce qu'on interprète en disant qu'il y a eu transport de chaleur d'un corps sur l'autre. Ce transport peut s'effectuer suivant des modes très différents. Dans tous les cas, si aucune énergie étrangère n'intervient, le sens de la propagation est invariable : la chaleur passe des corps chauds sur les corps froids. Le transport de chaleur se poursuit tant que subsiste une différence de température entre les corps ; il cesse lorsque les corps ont atteint la même température.

Comme nous l'avons déjà vu (1), la chaleur peut se transmettre, d'un corps à un autre, de trois façons différentes : par conduc-

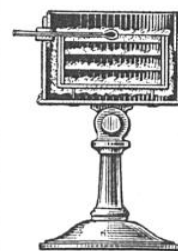


FIG. 2.
ACTINOMÈTRE
DE POUILLET

(1) Voir l'article de M. Marcel Boll sur la « Chaleur », dans le n° 112 de *La Science et la Vie*.

tion, par convection et par rayonnement.

La *conduction* se manifeste dans un corps matériel, dont tous les points ne sont pas à la même température : la chaleur se propage de molécule à molécule, des points les plus chauds vers les points les plus froids. Quand on plonge une cuillère de métal dans une tasse de thé chaud, c'est par conduction que s'échauffe le manche, et cela d'autant plus que le métal est meilleur conducteur. L'échauffement serait très lent avec une cuillère de corne, mauvaise conductrice de la chaleur.

La *convection* est une sorte de brassage mécanique qui, se produisant en un milieu inégalement chauffé, favorise l'égalisation des températures. Une particule chaude, amenée mécaniquement au contact d'une autre plus froide, l'échauffe plus vite que si elle en était restée éloignée. Si l'on verse de l'eau chaude dans un seau contenant de l'eau froide, on favorise l'égalisation de température par l'agitation qui amène en contact les parties chaudes et les parties froides. Tout brassage mécanique favorise l'égalisation des températures.

Dans le *rayonnement*, la transmission de chaleur entre le corps chaud et le corps froid s'effectue par l'intermédiaire de radiations électromagnétiques, de même nature que la lumière, susceptibles de se propager à travers le vide. C'est surtout par rayonnement que nous nous chauffons devant un poêle. Le poêle émet des radiations obscures, dites infrarouges, qui, absorbées par la peau ou par les vêtements, s'y transforment en chaleur.

Toutes les radiations émises par un corps, qu'elles soient ultraviolettes, lumineuses ou infrarouges, transportent de l'énergie, et cette énergie peut être captée sous forme de chaleur sensible par tout autre corps qui les absorbe. Le corps qui les émet, se refroidit ; celui qui les absorbe, s'échauffe.



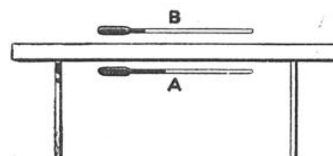
FIG. 3. — LE THERMOMÈTRE « B », DONT LE RÉSERVOIR EST ENTOURÉ D'UN ÉTUI NOIRCI, MARQUE UNE TEMPÉRATURE INFÉRIEURE À CELLE DU THERMOMÈTRE « A » DONT LE RÉSERVOIR EST ENTOURÉ D'UN ÉTUI POLI

Propagation de la chaleur par rayonnement

Le transport de chaleur par rayonnement étant très important pour l'interprétation des phénomènes que nous avons en vue,

entrons dans quelques détails sur les diverses formes qu'il peut revêtir.

Un corps incandescent émet, certes, des radiations lumineuses, mais il émet aussi des radiations que nous ne voyons pas. On peut s'en rendre compte en décomposant sa lumière par un prisme et en promenant un thermomètre dans le spectre ainsi produit, où l'on retrouve les couleurs de l'arc-en-ciel :



violet, indigo, bleu, vert, jaune, rouge. Un thermomètre sensible, que l'on déplace le long du spectre,

FIG. 4. — LE THERMOMÈTRE « B », SITUÉ AU-DESSUS DE LA TABLE, MARQUE, PAR UNE NUIT CLAIRE, UNE TEMPÉRATURE INFÉRIEURE À CELLE DU THERMOMÈTRE « A » DISPOSÉ SOUS LA TABLE

du spectre, s'échauffe de plus en plus du violet au rouge. Il continue à s'échauffer au delà du rouge, dans une région où l'œil ne perçoit plus rien, mais où arrivent cependant des radiations invisibles, que l'on appelait jadis calorifiques, et que l'on nomme, aujourd'hui, infrarouges pour rappeler leur position par rapport au rouge.

Au delà du violet, l'élévation de température devient très faible, quoiqu'elle soit encore perceptible. Si l'on reçoit le spectre sur une plaque photographique, on constate que cette plaque est très fortement impressionnée au delà du violet, dans une région où nous ne voyons rien, mais où arrivent des radiations invisibles qui agissent sur les sels d'argent. Ces radiations, souvent appelées autrefois radiations chimiques, sont aujourd'hui désignées sous le nom d'ultraviolettes.

En réalité, l'émission d'un rayonnement est un phénomène extrêmement général, le plus général peut-être que nous connaissons. En effet, tout corps dont la température est supérieure au zéro absolu (et c'est là une condition qu'il n'est pas difficile de réaliser, puisque le zéro absolu est impossible à atteindre), émet, sous forme d'ondes électromagnétiques, un rayonnement complexe qui se propage dans le vide à la vitesse de la lumière, soit 300.000 kilomètres par seconde. Théoriquement, ce rayonnement comprend toute l'échelle des longueurs d'onde, depuis les infrarouges jusqu'aux ultraviolettes. Pratiquement, les seules radiations émises avec une intensité décelable s'étendent de part et d'autre d'une valeur moyenne d'autant plus faible que la température est plus

élevée. Un corps très chaud, comme le filament d'une lampe à incandescence, ou mieux encore l'arc électrique, donne un rayonnement complexe dans lequel on trouve

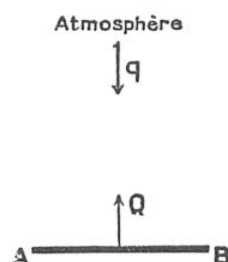


FIG. 5.

LE CORPS « A B », QUI ÉMET UNE ÉNERGIE « Q » SUPÉRIEURE À CELLE « q » QU'IL REÇOIT DE L'ATMOSPHÈRE, SE REFROIDIT

des radiations ultraviolettes, des radiations visibles et des radiations infrarouges. Un morceau de fer porté au rouge sombre n'émet pas de radiations ultraviolettes en quantité appréciable; il ne produit pas davantage de radiations violettes, vertes ou jaunes. L'émission ne commence à être perceptible que dans le rouge; et elle se continue dans l'infrarouge où se trouve son maximum.

Une théière, contenant de l'eau bouillante, ou même un corps quelconque pris à la température ambiante, émettent encore, mais ils ne produisent plus aucune radiation visible, et le rayonnement se trouve tout entier dans l'infrarouge.

Les divers rayonnements transportent, sous forme d'onde électromagnétique, une forme d'énergie qu'on appelle l'énergie rayonnante. Comme toute forme d'énergie, cette énergie rayonnante peut produire du travail ou se transformer en chaleur. Elle exerce sur les corps qu'elle frappe une pression très faible à la vérité, mais non pas absolument négligeable, qu'on appelle pression de radiation. Enfin, elle peut donner lieu, dans les corps qui l'absorbent, à diverses manifestations et, dans tous les cas, chose qui nous intéresse ici particulièrement, à un dégagement de chaleur.

En résumé, tout corps émet un rayonnement plus ou moins complexe qui entraîne une perte d'énergie. D'autre part, il reçoit et absorbe un rayonnement provenant de tous les corps qui l'entourent, et ce rayonnement se transforme en chaleur. Enfin, il peut encore gagner ou perdre de la chaleur par conduction et convection. Lorsque le total de l'énergie qu'il émet dépasse le total de l'énergie qu'il absorbe, il se refroidit. Il s'échauffe dans le cas contraire. Si les gains et les pertes s'équilibrent, sa température demeure stationnaire.

A quelles lois obéit le rayonnement

On voit combien il est intéressant de connaître les lois qui régissent l'émission

et l'absorption de l'énergie rayonnante. Ces lois sont très complexes et nous ne saurions les étudier ici en détail (1).

Mentionnons simplement qu'un corps est appelé corps noir (une surface recouverte de noir de fumée satisfait à peu près à cette définition), s'il absorbe et transforme en chaleur toutes les radiations qui le frappent; on dit que son pouvoir absorbant est égal à l'unité. Les autres corps n'absorbent, d'un rayonnement qui les frappe, qu'une fraction inférieure à l'unité; leur pouvoir absorbant est inférieur à l'unité. La fraction des radiations qui n'est pas absorbée est renvoyée par diffusion ou réflexion. Une feuille de papier blanc qui diffuse une grande partie de la lumière qu'elle reçoit, un métal poli qui se comporte comme un miroir, ont un pouvoir absorbant très faible.

Un premier résultat fondamental, établi par la théorie et vérifié par de nombreuses expériences, est que le pouvoir émissif d'un corps, toutes choses égales, est proportionnel à son pouvoir absorbant. Les corps noirs, qui ont le plus grand pouvoir absorbant, ont aussi le plus grand pouvoir émissif.

Un autre résultat également très important est que la quantité d'énergie émise sous forme de rayonnement croît très vite avec la température. Pour les corps noirs, on a établi qu'elle varie proportionnellement à la quatrième puissance de la température absolue, c'est-à-dire de la température comptée à partir de -273° , qui est le zéro absolu. Un corps noir à la température de 546° absolus (273° centésimaux) émettra seize fois plus d'énergie rayonnante qu'à la température de 273° absolus (0° centésimal).

Pour les corps non noirs, la loi de variation de l'énergie avec la température est moins simple.

L'énergie émise est toujours inférieure à celle qu'émettrait le corps noir à la même température, et est d'autant plus grande que le pouvoir absorbant est lui-même plus grand :

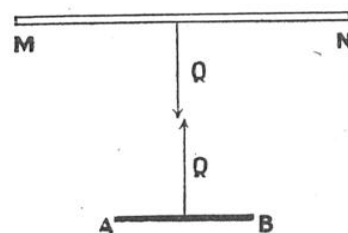


FIG. 6. — LORSQU'ON DISPOSE AU-DESSUS DE « A B » UN ÉCRAN OPAQUE « M N » A LA MÊME TEMPÉRATURE, LE CORPS « A B » REÇOIT DE « M N » UNE QUANTITÉ D'ÉNERGIE ÉGALE À CELLE QU'IL ÉMET : SON REFROIDISSEMENT EST SUPPRIMÉ

(1) Voir l'article de M. Marcel Boll sur la « Lumière », dans le n° 123 de *La Science et la Vie*.

elle est égale à celle qu'émettrait le corps noir multipliée par le pouvoir absorbant. Si le pouvoir absorbant est, par exemple, 0,6, l'énergie émise sera les 6/10^e de celle qu'émettrait le corps noir à la même température.

Pourquoi les corps exposés à l'air libre se refroidissent-ils pendant la nuit ?

Nous sommes maintenant en mesure de comprendre pourquoi un corps exposé à l'air libre se refroidit pendant la nuit.

Faisons abstraction, pour le moment, de la chaleur qu'il peut recevoir ou perdre par conduction ou convection, et supposons qu'il s'agisse d'une surface noire AB exposée à l'air libre.

Elle émet vers l'espace un rayonnement Q qui dépend de sa température, laquelle ne diffère jamais beaucoup de la température ambiante, mettons, par exemple, 10° (fig. 5). Elle reçoit de l'atmosphère un rayonnement q , mais, comme l'atmosphère est loin de se comporter comme un corps noir et que, d'autre part, sa température, qui diminue avec l'altitude, est, en moyenne, notablement inférieure à celle du corps AB , le rayonnement q , provenant de l'atmosphère et absorbé par le corps, sera inférieur à Q . Le corps AB perdra donc la différence r entre Q et q , qui représentera son rayonnement effectif.

Par suite, il se refroidira jusqu'à ce que, sa température étant devenue inférieure à celle de l'air environnant, la chaleur qu'il en recevra par conduction ou convection compensera la perte effective r .

Il est alors très facile d'interpréter les diverses particularités observées sur le refroidissement des corps exposés à l'air pendant la nuit.

1° Si le temps est couvert, le pouvoir absorbant de l'atmosphère augmente et, par suite, aussi son émission. Le rayonnement q , qu'elle envoie vers le corps AB , va en augmentant ; la perte r de celui-ci diminue, et, par suite, l'abaissement de température est moindre. On comprend ainsi que l'apparition des nuages puisse réduire le refroidissement des corps et, par suite, que les gelées ne se produisent pas par temps couvert, sans que la lune ait rien à voir

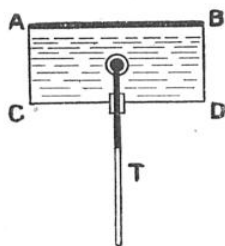


FIG. 7. — L'ABAISSEMENT DE TEMPÉRATURE DU THERMOMÈTRE « T » PERMET DE CALCULER LE RAYONNEMENT NOCTURNE DE LA SURFACE NOIRE « AB »

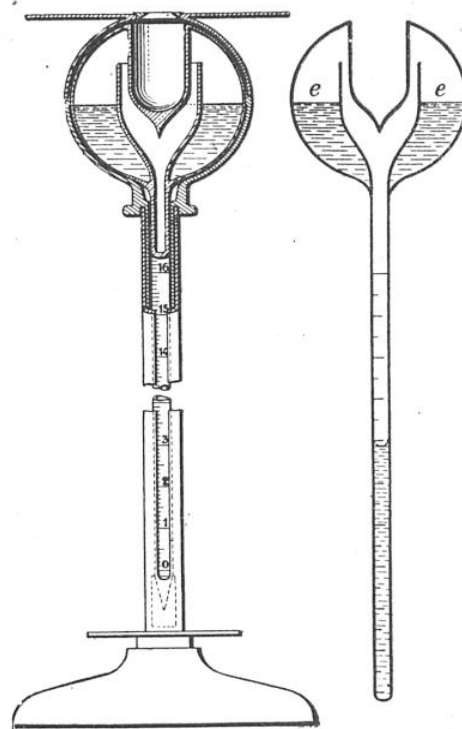


FIG. 8. — ACTINOMÈTRE A CONDENSATION D'ANGSTRÖM POUR L'ÉTUDE DU RAYONNEMENT NOCTURNE. A DROITE, ON A REPRÉSENTÉ DE L'ÉTHER EN « e ». A GAUCHE, ON VOIT L'APPAREIL DANS SA GAINÉ DE NICKEL

dans le phénomène tout naturel.

2° Si l'on met un écran MN au-dessus de AB (fig. 6), cette fois, le corps AB n'échange plus de radiations avec l'ensemble de l'atmosphère qui est, en moyenne, beaucoup plus froide que lui, mais seulement avec le corps MN qui est à peu près à la même température ; il reçoit de lui autant d'énergie rayonnante qu'il en envoie et, par suite, sa température ne baisse pas.

Ainsi s'explique, en partie tout au moins, le rôle protecteur des serres, dont le verre se comporte exactement comme un corps noir pour les radiations infrarouges, les seules qui interviennent pendant la nuit. Et ce qui peut augmenter l'opacité de l'atmosphère pour les mêmes rayons produira un effet protecteur analogue.

3° Quand le vent souffle, l'air est constamment renouvelé au contact de la lame AB , les échanges de chaleur entre la lame et l'air sont favorisés, et la chaleur que la lame reçoit ainsi par convection compense en partie celle qu'elle perd par rayonnement. La perte définitive est moindre, et le refroidissement aussi.

Comment on mesure le rayonnement nocturne

On peut appeler rayonnement nocturne la quantité d'énergie, exprimée, par exemple, en calories, que perd, par minute, un centimètre carré d'une surface noire horizontale exposée à l'air libre et dont la température est celle de l'air ambiant.

Il est facile de concevoir comment on peut mesurer ce rayonnement.

Considérons un récipient *ABCD* plein d'eau ou de mercure, noirci sur la face *AB*, et dans lequel plonge le réservoir d'un thermomètre *T* (fig. 7). Disposons l'appareil à

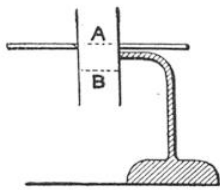


FIG. 9. — DANS UNE PILE THERMO-ÉLECTRIQUE EXPOSÉE À L'AIR PENDANT LA NUIT, LA FACE «A» Tournée VERS LE ZÉNITH EST À UNE TEMPÉRATURE PLUS BASSE QUE LA FACE «B»

à l'air libre pendant la nuit, de façon que la face *AB* soit horizontale et tournée vers le zénith. Le liquide contenu dans la boîte va se refroidir. De l'abaissement de température observé sur le thermomètre pendant un certain temps, un calcul bien simple permettra de déduire la quantité de chaleur que perd, par minute et par centimètre carré, la surface exposée *AB*.

Le dispositif précédent est schématique.

Pour des mesures précises, il a fallu compliquer un peu les appareils, afin surtout de les rendre plus sensibles. En voici un, dû au physicien suédois Angström, dont la réalisation est très simple, et qui permet de mesurer le rayonnement total au cours d'une nuit entière. C'est, en quelque sorte, un appareil intégrateur. Il utilise la propriété que possède une vapeur saturée de se condenser par refroidissement : une carafe pleine d'eau fraîche se recouvre, pendant l'été, d'une buée provenant de la vapeur d'eau atmosphérique qui se condense au contact d'une paroi froide, la quantité d'eau ainsi condensée étant d'autant plus grande que la paroi est plus froide.

L'appareil est représenté par la figure 8. Il comprend un réservoir *e*, en verre, contenant de l'éther, à l'intérieur duquel est soudé un deuxième réservoir

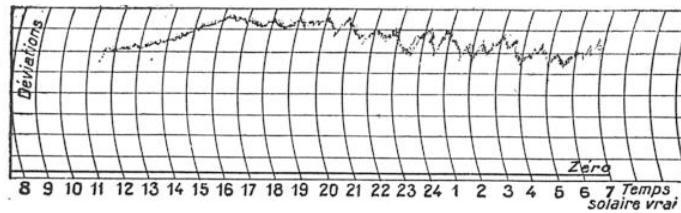


FIG. 10. — ENREGISTREMENT MONTRANT COMMENT VARIE LE RAYONNEMENT NOCTURNE AU COURS D'UNE NUIT CLAIRE

terminé par un tube vertical d'environ 15 centimètres de longueur. Au-dessus du réservoir intérieur, se trouve la surface noircie sur sa face externe. Une enveloppe métallique entoure l'appareil de toutes parts, laissant seulement un trou circulaire au travers duquel la cavité noircie peut rayonner vers l'atmosphère. Le refroidissement qui en résulte condense, sur sa face interne, de l'éther qui tombe goutte à goutte dans l'entonnoir et se rassemble dans le tube gradué. La hauteur d'éther recueilli au cours d'une nuit permet d'apprécier la valeur moyenne du rayonnement pendant la nuit.

L'expérience étant terminée, on peut, en renversant doucement l'appareil, ramener l'éther dans *e*, et l'instrument est alors prêt à servir pour de nouvelles observations.

Il est souvent intéressant de suivre un phénomène d'instant en instant. Cela est assez facile pour le rayonnement nocturne. Il suffit de prendre une pile thermoélectrique. Sans revenir sur le fonctionnement d'une telle pile (1), indiquons simplement qu'elle produit un courant dans un circuit sur lequel elle est fermée, lorsqu'une différence de température existe entre ses deux faces *A* et *B* (fig. 9). La pile étant dressée verticalement, de manière que sa face *A* soit tournée vers le zénith et sa face *B* vers le sol, la face *A* prend une température inférieure à celle de *B*, et d'autant plus basse que le rayonnement nocturne est plus

(1) Voir l'article de M. Marcel Boll sur la « Thermo-électricité », dans le n° 121 de *La Science et la Vie*.

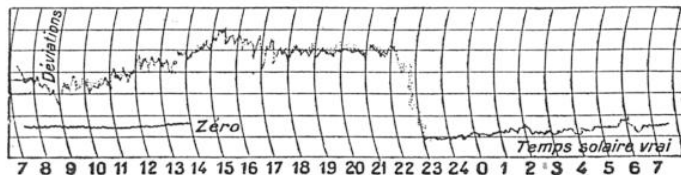


FIG. 11. — ENREGISTREMENT AU COURS D'UNE NUIT OU LE CIEL S'EST COMPLÈTEMENT COUVERT À PARTIR DE 22 HEURES. ON VOIT LE RAYONNEMENT TOMBER RAPIDEMENT À ZÉRO

intense. En réunissant la pile à un galvanomètre,* dont l'aiguille est disposée de manière à inscrire sa déviation par un pointé toutes les minutes, on peut obtenir un grand nombre de courbes d'enregistrement du rayonnement nocturne et étudier en détail ce phénomène.

La courbe 10 reproduit un de ces enregistrements ; elle est relative à une nuit claire. On y voit que le rayonnement passe par un maximum peu après le coucher du soleil, et décroît ensuite lentement et régulièrement jusqu'au matin.

La figure 11 est instructive parce qu'elle montre bien l'effet des nuages. Le ciel étant resté clair, jusque vers 22 heures, le rayonnement avait une valeur normale. Le ciel s'étant ensuite couvert complètement et un brouillard ayant pris naissance, le rayonnement s'est annulé et est demeuré nul tout le reste de la nuit.

De telles mesures montrent également que le rayonnement nocturne croît avec la température et diminue lorsque augmente la proportion de la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère. L'été, la température est plus élevée que l'hiver, ce qui tend à augmenter le rayonnement nocturne, mais la proportion de vapeur d'eau est aussi plus élevée, ce qui tend à le diminuer. Sur les montagnes élevées, la température est généralement plus basse que dans la plaine, ce qui tend à diminuer le rayonnement nocturne ; mais la pression de la vapeur d'eau est également plus faible, ce qui tend à l'augmenter. De nombreuses mesures, que j'ai faites autrefois à Montpellier, c'est-à-dire au niveau de la mer, puis au Pic du Midi (2.859 mètres) et à l'observatoire Vallot du mont Blanc (4.350 mètres), ont fourni partout des nombres de même ordre de grandeur. Par temps clair, un centimètre carré d'une surface noire perd environ 0 calorie 15 par minute, soit 9 calories par heure et 90 calories pendant une nuit de 10 heures.

Si l'on se rappelle que 600 calories enle-

vées à de la vapeur d'eau saturée prise à 10° peuvent en condenser 1 gramme à l'état liquide, on voit qu'au cours d'une nuit de 10 heures, un centimètre carré de surface pourrait condenser environ 90/600, soit 0 gr 15 de vapeur d'eau, qui formerait un dépôt de rosée de 1 mm 5 d'épaisseur.

Par temps couvert, ce rayonnement diminue dans de grandes proportions.

Comment combattre les gelées

On voit que les gelées sont à craindre lorsque les nuits sont claires, que l'air est calme, peu riche en vapeur d'eau, et que la température, au moment du coucher du soleil, n'est que de quelques degrés au-dessus de zéro. Il paraît bien difficile de donner des règles très précises à ce sujet. Mais l'agriculteur, qui dispose d'un thermomètre et d'un hygromètre, se rendra très bien compte, après quelques observations suivies, de l'abaissement de température survenant au cours de la nuit, dans les diverses conditions météorologiques. Il saura donc si la gelée est à craindre.

Comment combattre les gelées ? C'est là un problème fort important dans les régions agricoles où l'on cultive la vigne, les arbres fruitiers ou les plantes délicates. D'après ce que nous avons dit, on pourra combattre la gelée :

1° Soit en supprimant ou réduisant le rayonnement vers l'atmosphère ;

2° Soit en échauffant le sol ou l'air avoisinant le sol.

Les serres, les cloches en verre, qui suppriment totalement le rayonnement vers l'atmosphère, constituent un excellent moyen de protection, employé depuis longtemps par les horticulteurs et les jardiniers. Dans bien des cas, on peut protéger les légumes en les recouvrant par de la paille, par du papier ou par un tissu quelconque ; ce sont là moyens de fortune d'usage courant dans tous les jardins.

Pour préserver contre la gelée de grandes

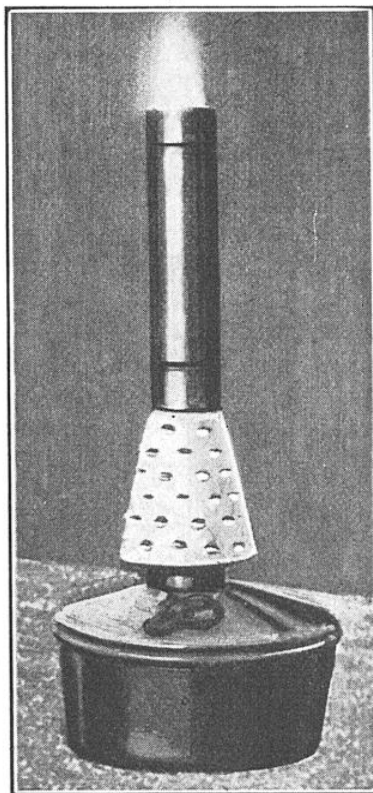


FIG. 12. — RÉCHAUD EMPLOYÉ DANS UN VERGER DE CITRONNIERS, EN AMÉRIQUE

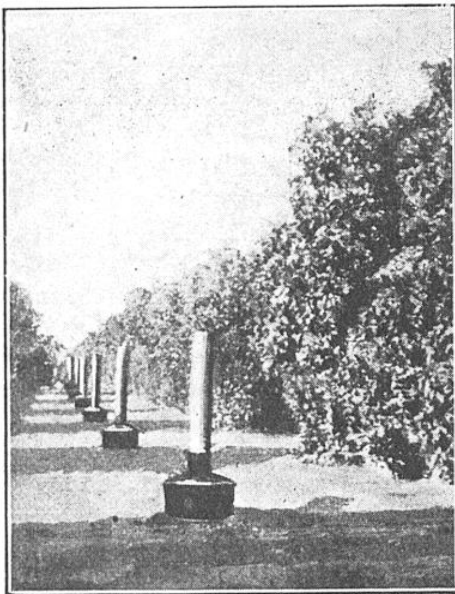


FIG. 13. — RÉCHAUDS DISPOSÉS DANS UN VERGER DE CALIFORNIE (AMÉRIQUE) ET PRÊTS À ÊTRE ALLUMÉS

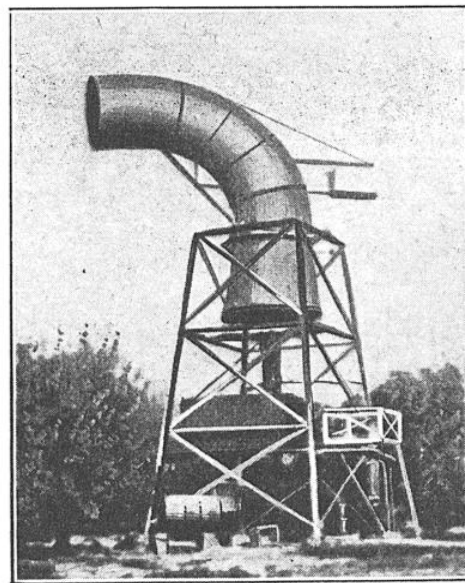


FIG. 14. — APPAREIL UTILISÉ EN CALIFORNIE POUR CHAUFFER ET AGITER L'AIR ET EMPÊCHER LES GELÉES NOCTURNES

étendues, par exemple des plantations de vigne ou d'arbres fruitiers, on emploie souvent des fumées produites par la combustion de paille et de feuilles humides imprégnées de goudron.

Peut-être la vapeur d'eau, dégagée par la paille ou les feuilles humides, restreint-elle un peu le rayonnement, mais il ne semble pas qu'il faille accorder grande confiance dans l'efficacité des fumées. Ainsi, au cours d'essais au moyen d'engins fumigènes fournis par l'administration de la guerre, je n'ai constaté aucune diminution appréciable du rayonnement nocturne.

Quant aux procédés du deuxième groupe, consistant à échauffer le sol ou l'air, ils sont bien peu employés en France. Mais ils sont d'usage courant dans certaines régions des Etats-Unis. Les agriculteurs, qui cultivent les airelles dans les marais du Massachusetts et de New-Jersey, inondent les marais par l'eau contenue dans de grands réservoirs quand la gelée est à craindre. Pour protéger contre une gelée légère, il suffit de faire arriver quelques centimètres d'eau dans les fossés. Pour des gelées plus fortes, on augmente l'épaisseur de la couche d'eau. Dans certains cas, on est parvenu à préserver contre une forte gelée une plantation de vigne en immergeant presque entièrement les plants. On peut aussi, — et le procédé, souvent très facile à mettre en

œuvre, peut donner de bons résultats contre une gelée légère — asperger d'eau les cultures à protéger.

Pour échauffer l'air, le seul moyen vraiment efficace que l'on connaisse, c'est d'allumer, quand les gelées sont à craindre, un grand nombre de petits foyers sur toute l'étendue de la surface à protéger (fig. 13). Il est couramment utilisé en Californie pour la protection d'arbustes délicats, orangers ou citronniers (fig. 14). On l'a appliqué également dans les mêmes régions à la protection des plantations d'olivier contre les gelées d'automne.

D'ailleurs, quand on s'élève au-dessus du sol, la température va toujours en augmentant par les nuits claires et calmes. A une dizaine de mètres de hauteur, elle peut être supérieure de 8° à 10° à celle qu'on observe au niveau du sol. Aussi, a-t-on préconisé d'ajouter, à l'action des foyers allumés dans la plantation à protéger, celle de puissants ventilateurs installés au-dessus du sol, qui, par un énergique brassage mécanique des couches d'air utilisant la convection, permettraient d'élever la température au voisinage du sol (fig. 15).

A. BOUTARIC.

N. D. L. R. — On signale d'Allemagne que, dans le district de Berncastel, on vient d'essayer avec succès des briquettes poreuses qui brûlent sans flamme ni fumée. Leur combustion protège les vignes de la gelée en élevant la température de trois à quatre degrés.

UN NOUVEAU PROCÉDÉ DE GUIDAGE HERTZIEN DES AVIONS VIENT D'ÊTRE APPLIQUÉ SUR LA LIGNE PARIS-LONDRES

Par Jean MARCHAND

Nous avons maintes fois démontré (1) que l'exploitation des lignes aériennes ne donnerait son plein rendement que lorsqu'on pourrait obtenir la sécurité, la régularité par tous les temps et aussi bien la nuit que le jour. Par temps clair, le balisage lumineux rend de réels services depuis qu'il a été établi sur les principales lignes européennes ; mais, par temps de brouillard, il est peu efficace. C'est donc à la T. S. F. qu'on a songé immédiatement pour remplacer les méthodes de guidage déjà anciennes par le guidage par ondes hertziennes, qui, comme chacun sait, est indépendant des conditions atmosphériques. Une méthode fort élégante, récemment mise au point par l'ingénieur Guy du Bourg de Bozas, permet de maintenir, en quelque sorte automatiquement, l'avion sur la route tracée. En principe, ce procédé consiste à émettre, au moyen de deux cadres verticaux, avec la même intensité, des signaux convenablement choisis, de telle sorte que l'avion situé dans le plan bisecteur perçoit un son continu. Au contraire, dès qu'il s'écarte de sa route, l'un des deux signaux devient prédominant et indique au pilote le sens de la déviation survenue dans sa marche. Les avions de Paris-Londres viennent d'appliquer, tout récemment, cette nouvelle méthode, grâce à l'installation qui a été faite à proximité de l'aéroport du Bourget même.

LES amateurs de T. S. F., qui, sans cesse à l'affût d'une émission nouvelle, règlent leur appareil entre midi et 3 heures sur l'onde de 900 mètres du trafic aérien peuvent entendre ceci :

« Allô, Le Bourget, ici avion BZ-32, nous sommes perdus dans la brume, donnez-nous vite notre position par radiogoniométrie. »

Presque instantanément, on entend Le Bourget répondre :

« Bien compris, BZ-32. Allô Valenciennes, gonio, donnez-nous la direction de BZ-32. »

A son tour, Valenciennes répond :

« Allô, Le Bourget. Avion BZ-32, 220 degrés, file vers le sud. »

Connaissant la direction donnée par Valenciennes et avec celle qu'il vient de relever lui-même, Le Bourget fait alors, sur la carte, le point de l'avion à qui il communique immédiatement :

« Allô, BZ-32, à 14 h. 40, vous vous trou-

viez au sud de Pontoise. Vous avez beaucoup dérivé vers l'ouest, bon courage, nous vous suivons, rappelez-nous tout à l'heure. »

Mais parfois des émissions étrangères ou bien la superposition des communications de plusieurs avions sur la même onde viennent brouiller le trafic.

On entend alors Le Bourget répondre :

« Allô, BZ-32, je vous entends, mais je ne vous comprends pas, nous sommes brouillés. »

C'est ici que la lutte commence pour l'avion. Perdu dans la brume, le BZ-32 erre et dérive.

Il fallait donc créer un instrument plus souple, un faisceau d'ondes dirigées qui, franchissant l'espace et la brume, serait le guide et le compagnon constant du pilote.

Le principe de ce genre d'appareils déjà énoncé en France avant la guerre, avait été ensuite repris par les Américains.



M. GUY DU BOURG DE BOZAS
Inventeur du nouveau phare hertzien.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 128, page 91.

Cette idée, comme beaucoup d'autres, avait déserté le pays natal.

C'est à l'ingénieur Guy du Bourg de Bozas, dont les conceptions originales se sont écartées des travaux antérieurs, que revient l'honneur d'avoir réalisé, pour notre pays, un appareil pratique de guidage par ondes dirigées.

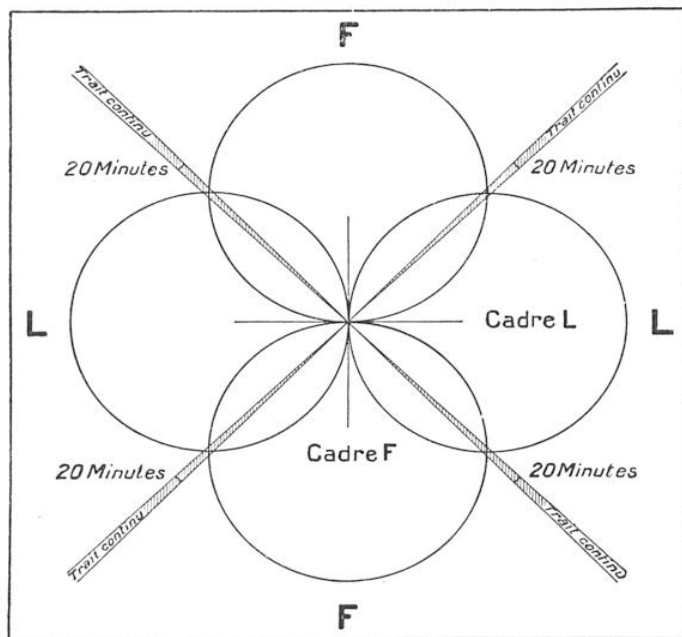


FIG. 1. — DIAGRAMME MONTRANT LA RÉPARTITION DANS L'ESPACE DE L'ÉNERGIE ÉMISE PAR LES CADRES F ET L. Chaque cadre émet la lettre F ou L avec la même intensité. Comme l'énergie rayonnée est maximum dans le plan du cadre et nulle dans le plan perpendiculaire, un observateur placé dans un des plans bissecteurs des cadres entendra les lettres F et L avec la même intensité.

Le phare hertzien

On sait qu'un cadre émetteur d'ondes rayonne le maximum d'énergie dans son plan, alors que l'énergie rayonnée dans le plan perpendiculaire est nulle. Basé sur ce principe, le phare hertzien se compose de deux cadres triangulaires égaux, soutenus par un mât. Ces cadres, branchés sur un poste émetteur de T. S. F., rayonnent une énergie maximum dans leur plan, nulle dans un plan perpendicu-

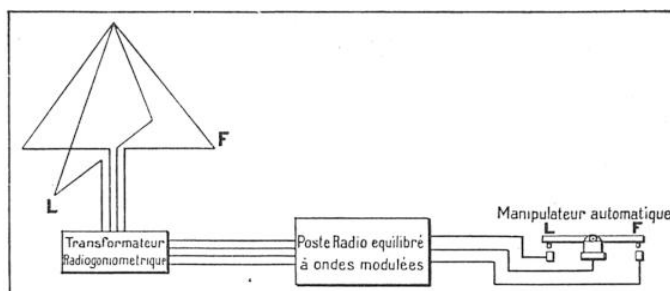


FIG. 2. — SCHÉMA D'ENSEMBLE DU PHARE HERTZIEN

À gauche, les deux cadres dont chacun émet la lettre F ou L. Au centre, le poste émetteur; à droite, le manipulateur automatique qui assure l'émission par les cadres des lettres F ou L.

laire. Un récepteur quelconque de T. S. F., situé dans un des plans bissecteurs de l'angle des cadres, recevra donc avec la même intensité les signaux émis par chacun d'eux.

Dans le cas qui nous occupe aujourd'hui, les cadres sont calés à 90° l'un de l'autre, et un de leurs plans bissecteurs est dirigé du Bourget vers le cap Gris-Nez (les avions de la ligne Paris-Londres passant par ce point). Chaque cadre émet une lettre différente de l'alphabet, l'une la lettre F (en morse ..—.), l'autre la lettre L (en morse .—..). Ces lettres n'ont d'ailleurs pas été choisies au hasard, comme nous le verrons tout à l'heure. Il suffit

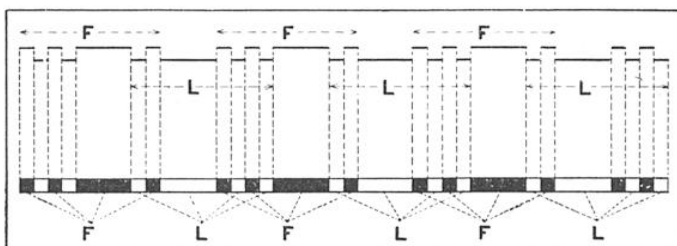


FIG. 3. — L'ENCASTREMENT DES LETTRES F ET L PERMET D'OBTENIR UN SON CONTINU QUAND ON SE TROUVE DANS UN PLAN BISSECTEUR DES CADRES

Le manipulateur automatique du phare hertzien est constitué de telle sorte que les émissions des lettres F et L par les cadres sont enchevêtrées. Ainsi, sur le dessin ci-dessus, la lettre F (..—.) est représentée en noir et la lettre L (.—..) s'intercale exactement dans les blancs. L'observateur entend un trait continu tant qu'il est dans le plan bissecteur, c'est-à-dire dans la bonne route.

donc au navigateur à l'écoute d'entendre avec la même intensité les lettres F ou L pour qu'il soit certain de se trouver dans le bon chemin. En outre, comme il sait quel est le cadre qui émet F et celui qui émet L, il peut se rendre compte immédiatement, si l'écoute de l'une des deux lettres faiblit, dans quel sens se produit la dérive de l'avion.

Cependant, l'écoute des deux lettres F et L constamment émises par les cadres, serait une sujétion peu agréable pour l'observateur et les points et les traits risqueraient de se brouiller par suite de la fatigue de l'oreille. Il fallait remédier à cet inconvénient.

On remarquera que F et L se traduisent, en morse, par des signaux en quelque sorte inverses l'un de l'autre. Si donc nous supposons qu'entre le trait et le point final de F, émis par un cadre, nous fassions émettre, par l'autre cadre, les premiers points de L ; que le trait de L soit émis pendant le silence entre deux lettres F consécutives (fig. 3) ; que les premiers points de F s'intercalent exactement dans les silences entre les deux derniers points de L, nous comprendrons facilement que l'émission totale se traduise finalement par un trait continu indiquant à l'avion qu'il se trouve dans un des plans bissecteurs des cadres.

C'est pour cette raison que furent choisies les lettres F et L dont les signaux inverses et manipulés en même temps s'encastrent parfaitement dans les zones des plans bissecteurs.

Dès que l'avion s'écarte de sa route, le pilote en est donc averti par l'apparition, puis le renforcement progressif de la lettre

correspondant au secteur vers lequel il aura dévié.

Donc aucune gêne pour l'observateur qui perçoit un son continu dans le trajet normal et dont l'attention est instantanément éveillée dès que le pilote s'écarte de la bonne route. Ce procédé ingénieux a permis d'augmenter considérablement la précision du phare hertzien. Les expériences faites ont montré que l'angle d'un faisceau donnant

un trait continu aux écouteurs était de vingt minutes, ce qui correspond, à 100 kilomètres de distance, à une zone de 580 mètres.

La portée du phare qui émet sur une longueur d'onde voisine de 1.000 mètres atteint 300 kilomètres, pour une puissance de 2 kilowatts, si le récepteur de l'avion n'a que trois lampes. L'emploi d'un récepteur puissant augmenterait encore cette portée.

Il suffit donc, pour jalonner une ligne, d'installer un tel phare tous les 600 kilomètres.

Comme, par ailleurs, son fonctionnement est automatique, un personnel réduit suffit.

Au moyen de cames butant sur des contacts appropriés, correspondant aux points et aux traits des lettres F et L, le courant d'une dynamo est envoyé dans l'électro-aimant d'un contacteur qui fait travailler un cadre ou l'autre suivant le contact établi. Les lettres F et L, convenablement « encastrees », sont donc régulièrement émises.

Ainsi, grâce à ce guidage hertzien qu'aucune brume ne peut intercepter, le pilote peut rechercher, en altitude, les meilleures conditions de vol, tout en gardant la direction voulue.

JEAN MARCHAND.

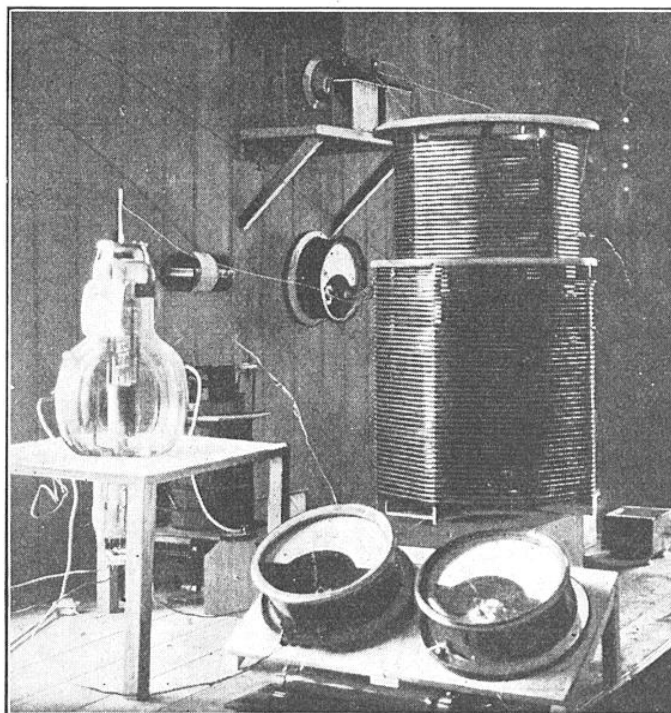


FIG. 4. — VUE PARTIELLE DU PHARE HERTZIEN INSTALLÉ A PROXIMITÉ DU BOURGET

Au premier plan, les appareils de mesure ; à gauche, la lampe d'émission ; au fond, les selfs d'accord.

UNE STATION VRAIMENT MODERNE POUR UN « MÉTRO »

Par Jacques MAUREL

Lorsqu'en 1898 furent établis les plans du Métropolitain de Paris, sur des bases qui pouvaient alors paraître suffisantes pour assurer le trafic, on ne se doutait pas qu'un quart de siècle plus tard ce mode de transport ne satisferait plus complètement aux besoins d'une grande capitale moderne, sa limite de capacité de « débit » ayant été rapidement atteinte. De même, à Londres, l'exploitation du « tube » avait bientôt donné lieu aux mêmes constatations, surtout en ce qui concerne les stations des quartiers particulièrement encombrés. C'est pour cette raison que, dans le fameux Piccadilly, l'ancienne station — qui remontait déjà à 1906 — suffisante alors pour les 1.500.000 voyageurs de son trafic annuel, était devenue trop exigüe pour les 25 millions qu'elle atteint aujourd'hui. Les Anglais n'ont pas hésité à refaire entièrement — sur les bases les plus modernes de la science et de la technique des transports — leur station de Piccadilly, que nous avons jugé utile de décrire à l'intention des lecteurs de LA SCIENCE ET LA VIE. Ils y verront notamment que, grâce à la présence de onze escaliers mécaniques, qui ont été préférés aux ascenseurs à cause de leur débit continu, elle peut faire face désormais à un trafic de 50 millions de voyageurs, qui emprunteront, en un an, les seize cents « rames » qui parcourent chaque jour, dans les deux sens, les deux « tubes » qu'elle dessert.

L'accroissement du trafic rend insuffisantes certaines anciennes stations du métro de Londres

L'ACCROISSEMENT rapide du nombre de voyageurs qui circulent chaque jour dans les grandes capitales en empruntant les chemins de fer souterrains, oblige les compagnies exploitantes, non seulement à multiplier les trains et à en accélérer la marche, mais encore à aménager d'une façon spéciale les stations à grand trafic. A cet égard, le métro de Londres vient d'exécuter un remarquable travail en refaisant entièrement la station « Piccadilly Circus » devenue insuffisante pour le quartier le plus congestionné de la capitale britannique. Grâce aux progrès de la technique et de la construction, cette œuvre a pu être menée à bien, sans interrompre ni la circulation, ni les services assurés par canalisations souterraines (eau, gaz, électricité, égouts, etc...). Cinquante millions de voyageurs peuvent maintenant, chaque année, passer par cette station vraiment moderne. En outre, l'achèvement de ce travail a permis de donner aux piétons de nombreuses facilités de circulation, grâce aux passages souterrains que comporte la station. Quatre ans ont été nécessaires pour achever le travail qui a coûté plus de 500.000 livres (environ 62 millions de francs).

L'ancienne station de « Piccadilly Circus » datait de 1906 et fut créée en même temps que les deux « tubes » *Piccadilly* (direction est-ouest) et *Bakerloo* (direction nord-sud), qui se croisent sous la place Piccadilly. A cette époque, elle était largement suffisante pour desservir les deux lignes et même pour assurer le service pendant de nombreuses années. Elle reçut, d'ailleurs, de nombreuses modifications qui lui permirent de s'adapter au trafic croissant. Cependant son architecture était telle qu'il fut impossible d'y aménager des escaliers élévateurs et d'installer une salle de distribution des billets d'une façon vraiment pratique. Une transformation complète était donc devenue nécessaire pour faire face au trafic annuel des passagers, qui était passé d'un million et demi à vingt-cinq millions, par suite de l'essor pris par le quartier de Piccadilly.

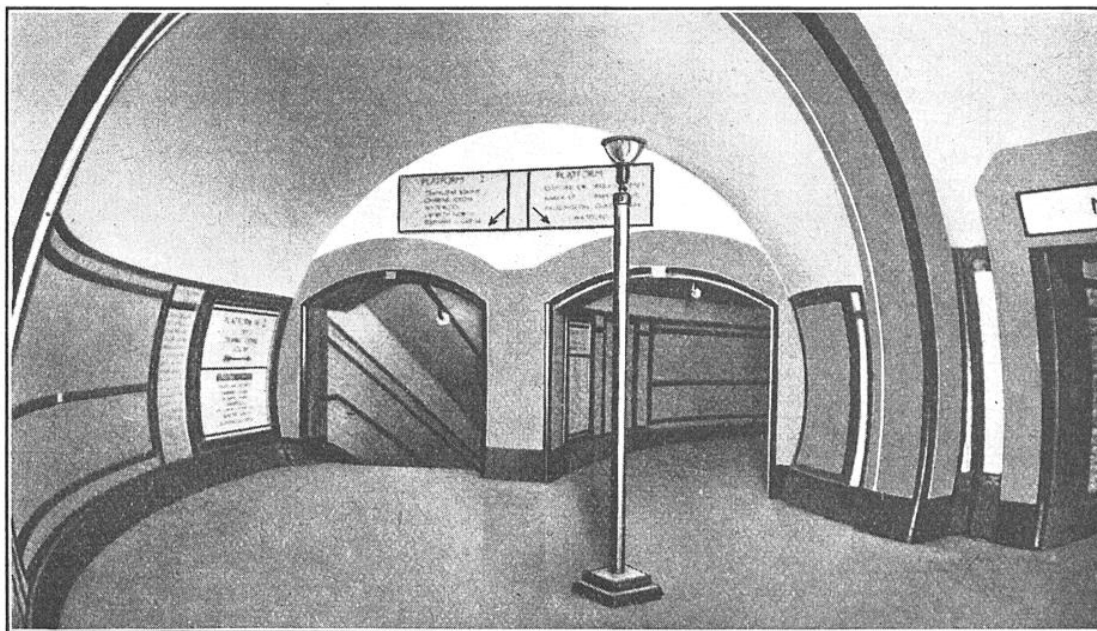
Comment s'est posé le problème technique de l'établissement de la nouvelle station « Piccadilly Circus »

La construction de la nouvelle station fut prévue à l'ouest de l'ancienne. Pour se rendre compte des difficultés rencontrées, il faut se représenter les conditions dans lesquelles le travail devait être effectué. La station devait, d'une part, desservir les deux « tubes » *Piccadilly* et *Bakerloo* situés, le premier, à 31 mètres, le second à 26 mètres de profon-

deur, et, d'autre part, comporter une salle spacieuse et bien aménagée pour la distribution des billets à quelques mètres seulement de la surface, en même temps que des passages souterrains rayonnant vers les différentes rues qui aboutissent à la place. En outre, une salle inférieure, à 12 m 60 sous la première, devait permettre aux voyageurs de passer d'un tube à l'autre. Des escaliers élévateurs, au nombre de cinq, étaient prévus entre les deux salles et d'autres, au nombre

Tous les travaux de la nouvelle station furent exécutés à partir d'un puits unique

Sur l'emplacement que nous venons de signaler, un puits de 28 mètres de profondeur sur 5 m 50 de diamètre fut creusé. Ce puits fut le point de départ de tous les autres travaux, sauf en ce qui concerne la grande salle, ou salle des pas perdus. Sur le dessin en coupe perspective de la nouvelle station,



LA NOUVELLE STATION DU MÉTRO DE LONDRES « PICCADILLY CIRCUS » DESSERT DEUX TUBES : « PICCADILLY » ET « BAKERLOO ». ON VOIT ICI L'ENTRÉE DES SOUTERRAINS AMENANT SUR LES QUAIS DU TUBE « BAKERLOO » LES VOYAGEURS QUI ONT EMPRUNTÉ LES ESCALIERS MÉCANIQUES POUR DESCENDRE DANS LA STATION

de six, devaient relier les quais à la salle inférieure.

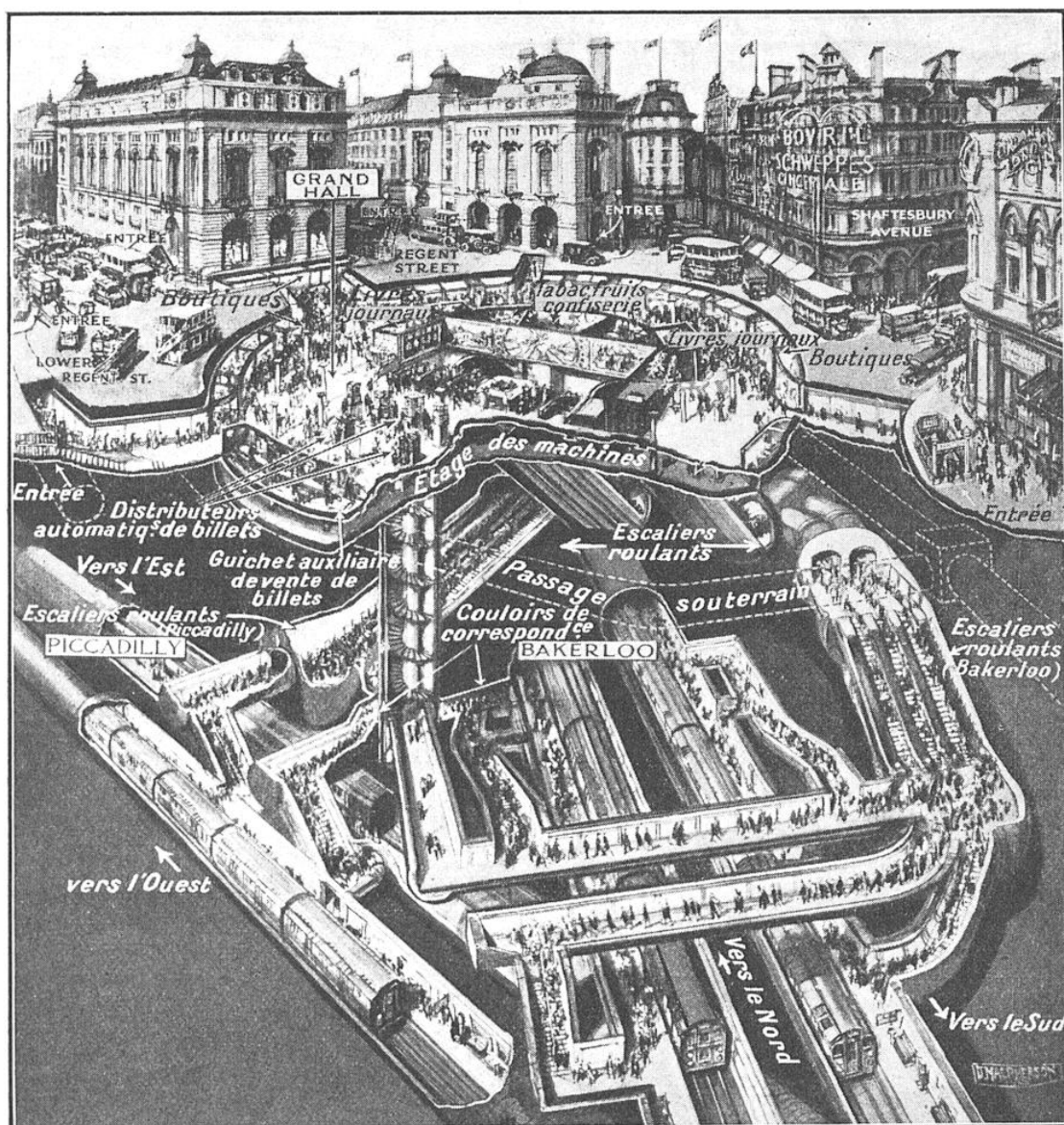
Or, tous ces travaux ont dû être effectués sans interrompre la circulation dans ce quartier particulièrement congestionné, non plus que les services (eau, gaz, électricité) assurés par canalisations souterraines. Un égout collecteur, notamment, passait précisément à l'emplacement de la future salle de distribution des billets de la station. Toutes ces canalisations ont été rassemblées dans une sorte de tunnel où elles peuvent être facilement visitées.

Ainsi donc, c'est uniquement en utilisant le milieu de la place, sur lequel s'élève le « Memorial Shaftesbury » que les travaux furent entrepris, en février 1925.

page 418, on aperçoit ce puits qui sert, aujourd'hui, de cage à l'escalier fixe de secours de l'installation et par lequel furent extraites, chaque mois, plus de 1.000 tonnes de terre.

Dès lors, la méthode suivie, pour établir les divers services de la station, consista à creuser à des niveaux différents, et dans les sens convenables, un certain nombre de tunnels, les uns horizontaux et destinés à servir de passage, les autres obliques, en vue d'y établir des escaliers élévateurs.

D'une façon générale, la nouvelle station se présente de la façon suivante : immédiatement sous la chaussée est située la grande salle où aboutissent tous les couloirs et élévateurs, et sous laquelle se trouvent les



VUE D'ENSEMBLE, EN COUPE PERSPECTIVE DE LA STATION « PICCADILLY CIRCUS »

On distingue sur cette vue, à partir du bas : le tube Nord-Sud « Bakerloo » ; le tube Est-Ouest « Piccadilly » ; les passages qui amènent les voyageurs sur les quais ; les escaliers mécaniques divisés en deux tronçons (six escaliers fonctionnent entre les tubes et une salle intermédiaire, et cinq escaliers arrivent à la grande salle des pas perdus) ; l'étage des machines ; la salle où sont distribués les billets par des machines automatiques. On a tracé en pointillé le passage souterrain dans lequel ont été logées toutes les canalisations (eau, gaz, électricité, etc.) desservant le quartier.

machines nécessaires aux différents services ; une série d'escaliers élévateurs relie cette salle à une chambre intermédiaire d'où partent d'autres escaliers mécaniques amenant les voyageurs sur les quais d'embarquement.

Sur le dessin ci-dessus, on remarque égale-

ment, tracé en pointillé, un « passage souterrain » ayant la forme d'un tube se reliant à d'autres tubes du même genre, suivant les grandes artères de Londres qui passent en ce point. Ces tubes renferment toutes les canalisations d'eau, de gaz, d'électricité, de

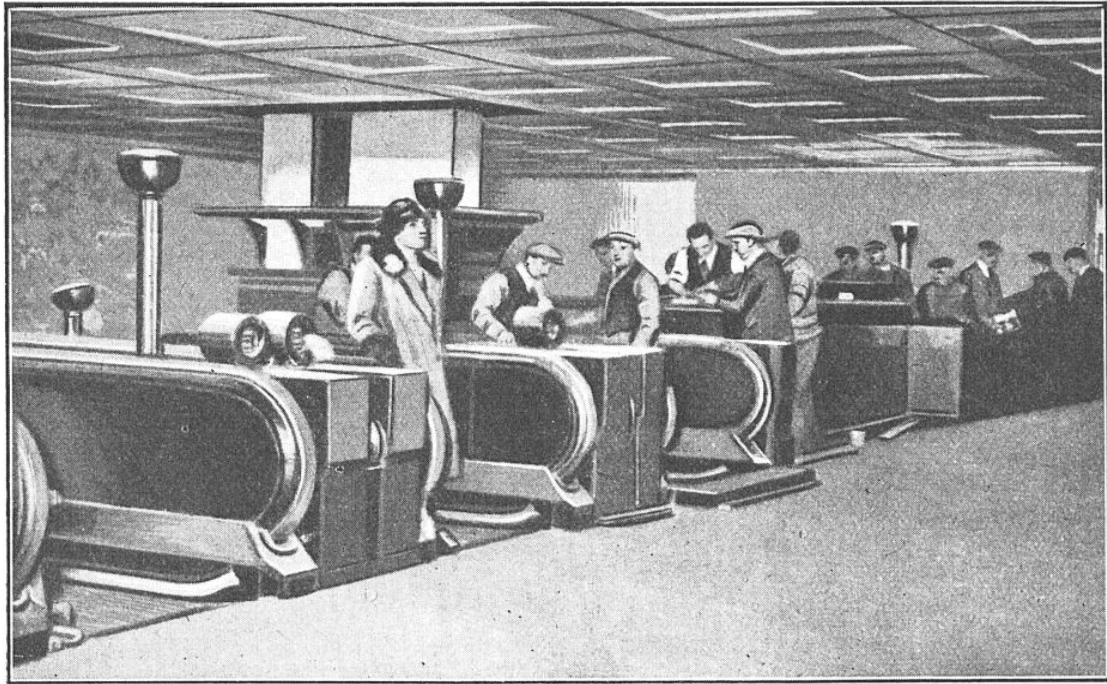
téléphone, etc., nécessaires au service du quartier. Cette conduite souterraine ne mesure pas moins de 3 m 70 de diamètre, soit, environ, 80 centimètres de plus que les souterrains du chemin de fer lui-même. Ainsi, les câbles et les conduites sont facilement accessibles pour toutes les réparations.

Pour établir la grande salle des pas perdus, une série d'excavations fut creusée, puis le sol fut consolidé grâce à un système de tuyaux

certaines peuvent également servir pour traverser les artères très encombrées de ce quartier.

Onze escaliers mécaniques à débit continu assurent le transport des voyageurs

La profondeur des quais rendit obligatoire la division en deux tronçons des escaliers mécaniques destinés à les desservir. En effet, par suite de l'inclinaison normale de ces escaliers, il eût fallu prévoir une distance hori-



ARRIVÉE DES CINQ ESCALIERS MÉCANIQUES AMENANT LES VOYAGEURS DANS LA SALLE DES PAS PERDUS À PARTIR D'UNE SALLE INTERMÉDIAIRE OU ABOUTISSENT LES SIX ESCALIERS MÉCANIQUES VENANT DES QUAIS

d'acier et ainsi fut ménagée une salle elliptique de 47 mètres de long sur 44 mètres de large et 2 m 75 de haut, située à quelques pieds seulement sous la chaussée.

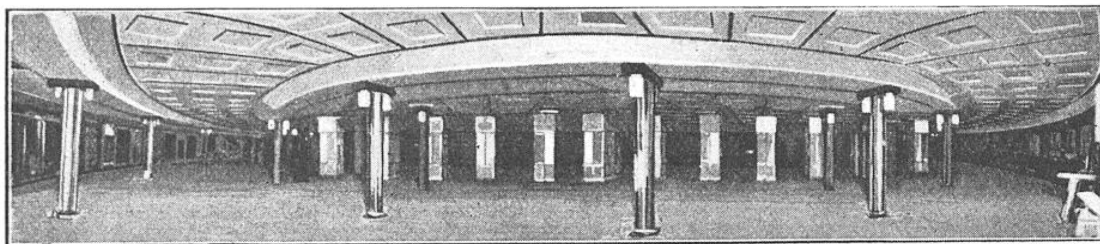
Dans la partie centrale du hall sont érigées quatre colonnes, susceptibles de supporter chacune 309 tonnes, et, en outre, cinquante colonnes formant une double rangée circulaire autour de la salle, peuvent supporter, chacune, de 78 à 150 tonnes. Le toit de cette chambre est constitué par un assemblage de poutrelles d'acier et repose sur ces diverses colonnes. Ainsi, la chaussée est soutenue d'une façon parfaite.

À partir de cette salle, six passages souterrains rayonnent vers les diverses entrées de la station, desservant les rues voisines et dont

zontale trop considérable. À cette objection, on pourrait répondre que des ascenseurs eussent considérablement facilité la solution du problème. Mais comme, avant toute chose, les ingénieurs avaient en vue la possibilité d'une circulation rapide, ils préférèrent les escaliers dont le débit continu assure un trafic plus intense des voyageurs.

La station de « Piccadilly Circus » ne compte pas moins de onze escaliers mécaniques, installés dans des tunnels obliques.

Les tronçons supérieurs (au nombre de cinq) sont installés côte à côte dans deux tunnels voisins ; l'un, contenant deux éléments, mesure 5 mètres de diamètre ; l'autre, contenant trois éléments, mesure 6 m 80 de diamètre.



VUE D'ENSEMBLE DE LA SALLE DES PAS PERDUS MONTRANT LE SYSTÈME DE COLONNES SUSCEPTIBLES DE SUPPORTER CHACUNE 300 TONNES

Les tronçons inférieurs des escaliers mobiles, au nombre de six, sont divisés en deux parties : une moitié dessert le tube « Piccadilly », l'autre, le tube « Bakerloo ». La vitesse commune de ces escaliers est de 30 m 50 environ par minute. Chaque tronçon supérieur est actionné par un moteur de 45 ch ; chaque tronçon inférieur, par un moteur de 35 ch. Ils peuvent fonctionner dans les deux sens, c'est-à-dire servir aussi bien pour la montée que pour la descente.

Les billets sont distribués par des machines automatiques

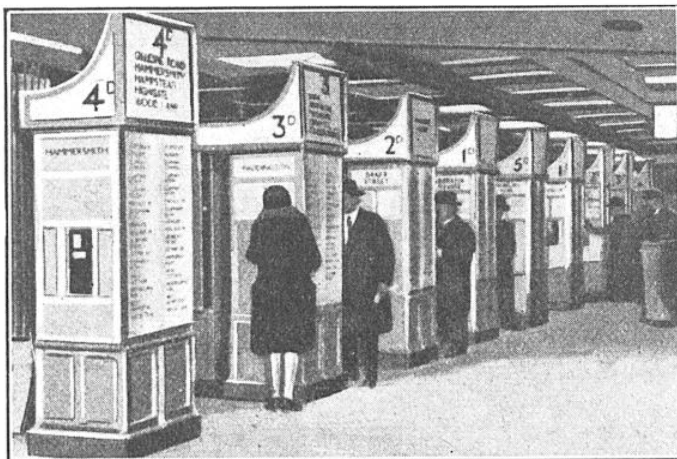
Telles sont les principales caractéristiques techniques de la nouvelle station du métro de Londres, à laquelle cent cinquante ouvriers ont travaillé pendant plus de quatre ans. Le prix des travaux a atteint 68.750.000 francs.

La grande salle des pas perdus comporte un passage ouvert au public et bordé de deux rangées de colonnes, artistiquement dissimulées. Chaque chapiteau porte deux cylindres

en verre dépoli contenant les lampes électriques. L'éclairage ainsi réalisé est très doux. Des vitrines d'exposition sont installées sur les côtés nord, est et ouest ; elles sont éclairées par des lampes également dissimulées.

La distribution des billets de 1 penny à 6 pence est assurée par des machines automatiques. Un guichet spécial délivre les billets dont le prix dépasse 6 pence. L'installation comprend en tout vingt-six machines. Un bureau spécial permet aux voyageurs de faire la monnaie nécessaire au fonctionnement des distributeurs automatiques.

En outre, des cadrans lumineux indiquent à chaque instant la marche des trains et permettent aux voyageurs de se rendre



LES DISTRIBUTEURS AUTOMATIQUES DE BILLETS A LA STATION « PICCADILLY CIRCUS »

compte de leur régularité.

Ainsi, grâce à tous les dispositifs employés qui font de la station « Piccadilly Circus » la plus moderne qui soit, 50 millions de voyageurs par an pourront transiter par cette station, où 1.600 trains passent chaque jour.

J. MAUREL.

LES VERNIS NITROCELLULOSIQUES APPLIQUÉS A LA MACHINE A IMPRIMER

Par René-Charles FAROUX
INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

DANS l'industrie de l'imprimerie, la branche « impression sur métal » est particulièrement importante, car, tous les jours, l'emploi du métal décoré se développe pour la signalisation sur les routes, la publicité, les boîtes métalliques de bonbons, de conserves, de cigarettes, d'huile, et mille autres petites pièces telles que les bouchons des bouteilles, etc...

Jusqu'à présent, l'impression sur métal se faisait au moyen de machines à laquer et de machines à imprimer, avec des laques et encres grasses qui étaient séchées dans des fours après l'application de chaque couche de chaque couleur. La dernière couche de vernis à l'huile était passée à la finition, de façon à donner un certain brillant aux objets.

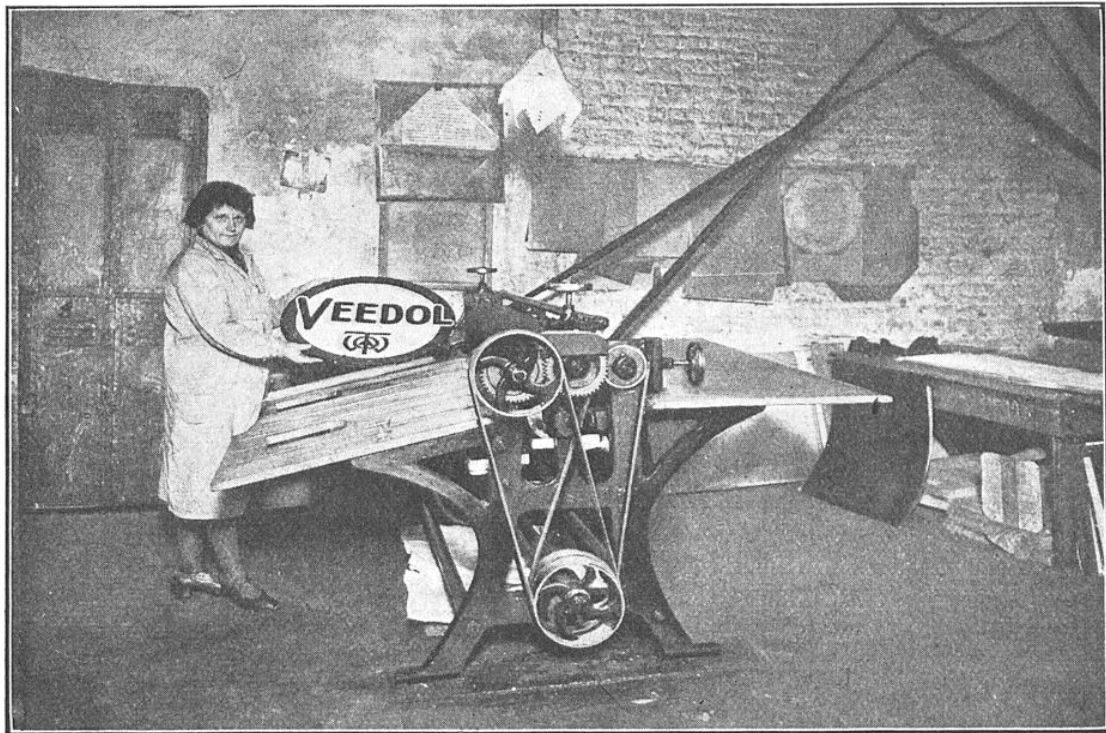
Ce procédé ressemblait, dans ses grandes

lignes, aux anciens procédés de peinture grasse des automobiles qui ont été remplacés par les procédés de peinture cellulosique.

On pouvait donc envisager que la peinture cellulosique transforme cette branche d'industrie comme elle a transformé l'industrie de la carrosserie automobile. Malheureusement, on ne pouvait pas songer à appliquer, comme sur une voiture, les couches de fond et de laque au pistolet pneumatique ; comment faire, par exemple, 10.000 panneaux-réclame en plusieurs couleurs, avec dessins, si on voulait les faire dans de telles conditions ?

Le problème consistait donc à trouver des laques cellulosiques qui puissent être utilisées, non pas uniquement au pistolet, mais dans les machines à laquer et à imprimer.

La SOCIÉTÉ NITROLAC a parfaitement



LA PLAQUE « VEEDOL » IMPRIMÉE AU « NITROLAC » A LA MACHINE A IMPRIMER

résolu la question et les encres et pâtes à imprimer « Nitrolac » peuvent être employées dans des machines à laquer et à imprimer, sans nécessiter de grandes modifications de celles-ci.

En trois secondes, la tôle est recouverte de « Nitrolac » et, quelques instants après, elle peut être manipulée impunément, sans qu'il soit besoin d'une étuve de séchage quelconque. Le brillant est obtenu sans aucun vernis ni polissage. Ajoutons que, grâce au pouvoir couvrant de cette peinture, on peut imprimer les tôles aussi bien en blanc qu'en n'importe quelle couleur.

On pourrait craindre cependant que les tôles ainsi imprimées ne puissent être travaillées sans détériorer la peinture. Il n'en est rien, cependant, et, grâce à l'élasticité des vernis nitrocellulosiques « Nitrolac », ces tôles imprimées peuvent être embouties pour recevoir la forme désirée ; l'émaillage, tout en étant très résistant, peut, néanmoins, subir des pressions de 120 tonnes et plus, sans risquer de s'écailler.

Ainsi, tous les panneaux de signalisation installés le long des routes, tous les poteaux-réclames, émaillés au « Nitrolac », résisteront à toutes les intempéries. Supérieur à l'émaillage au four, ce mode de revêtement permet,

en effet, de clouer ou de visser la plaque de tôle sans qu'aucun éclat ne se produise. La très grosse industrie des boîtes de conserve sera certainement l'une des premières à vouloir profiter de ce procédé, puisqu'il est possible, dès maintenant, d'imprimer les plaques de fer-blanc et de les emboutir par la suite pour former la boîte.

De la même façon, on peut fabriquer ainsi toutes les capsules métalliques utilisées pour les bouteilles d'eaux minérales, d'encre, etc...

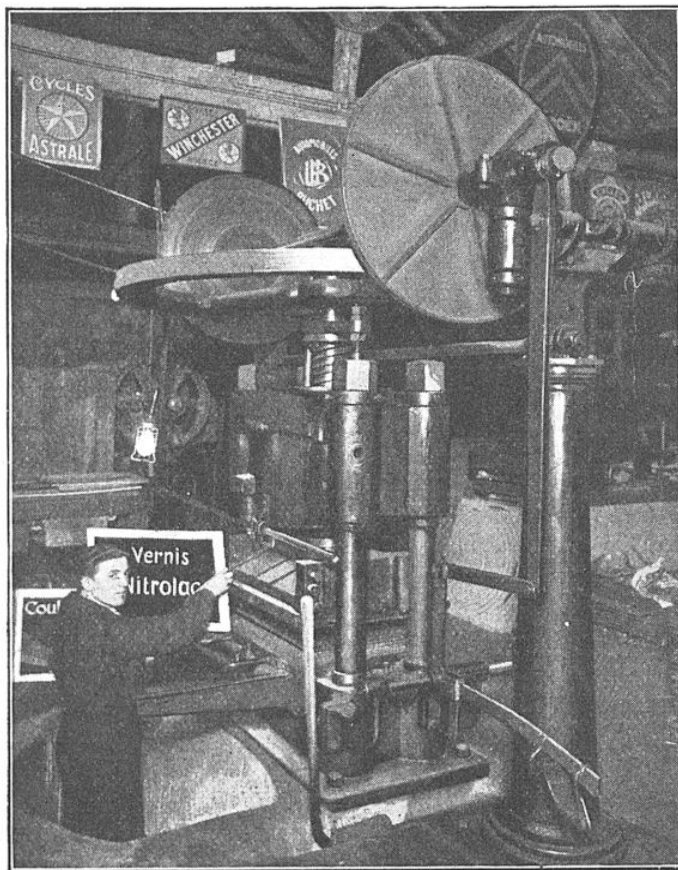
Enfin, autre application intéressante : les plaques métalliques recouvertes de « Nitrolac » peuvent être utilisées pour constituer, dans les cuisines, salles de bains, etc..., un revêtement mural, à la fois économique, pratique et lavable.

Ajoutons que les laques « Nitrolac » à imprimer conviennent parfaitement à l'application au « trempé » et que des essais de recouvre-

ment de fibro-ciment, de bois, de carton, etc... ont donné d'excellents résultats.

Les vernis nitrocellulosiques, qui ont déjà permis aux industriels de s'affranchir d'une main-d'œuvre spécialisée coûteuse, voient donc leur domaine s'agrandir chaque jour. Nul doute que nous n'ayons encore à enregistrer d'intéressantes nouveautés à leur actif.

RENÉ-CHARLES FAROUX.



LES PLAQUES IMPRIMÉES AU « NITROLAC » PEUVENT ÊTRE EMBOUTIES SANS DANGER POUR LE VERNIS

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS. DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Pour fabriquer économiquement notre gaz

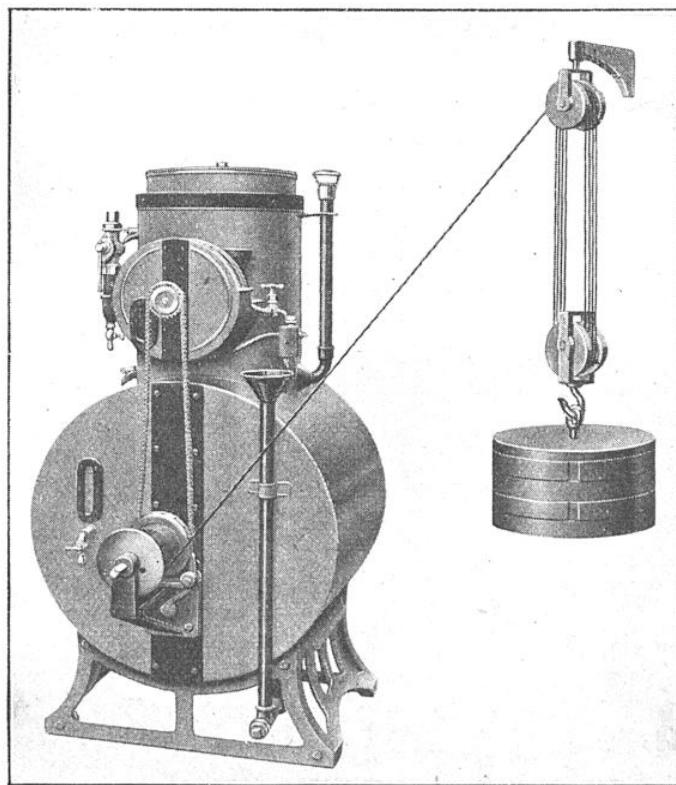
NOMBREUSES sont encore les localités où le gaz d'éclairage fait défaut. Cependant ces localités possèdent des petits ateliers utilisant le chalumeau, le fer à souder, etc..., et leurs habitants seraient très heureux de pouvoir s'éclairer, se chauffer, préparer leur cuisine ou leurs bains au moyen des appareils utilisant le gaz d'éclairage. C'est pour eux qu'ont été créés des appareils permettant de préparer un air carburé (c'est-à-dire mélangé avec une proportion convenable d'essence) qui soit susceptible de remplacer le gaz de houille défaillant. Parmi eux, nous signalerons aujourd'hui le « Gazalair », qui nous paraît résoudre heureusement ce problème.

L'appareil se compose essentiellement d'un cylindre horizontal inférieur dans lequel peut tourner un tambour monté sur un axe également horizontal et comportant un certain nombre de cloisons. Celles-ci, régulièrement réparties, sont disposées parallèlement à l'axe du tambour. Leur forme est telle qu'elles constituent, en quelque sorte, des compartiments qui puisent au-dessus du niveau de l'eau (contenue dans le tambour et arrivant un peu plus haut

que son axe) le gaz qui s'y trouve (en l'espèce, de l'air carburé, comme nous le verrons plus loin) et l'amènent vers le centre en le comprimant sous la charge d'eau du tambour. Le gaz est conduit alors par un tuyau au dispositif de distribution. Voici comment se produit la carburation de l'air. Celui-ci, aspiré dans l'atmosphère par la rotation du tambour, est obligé de passer à travers un système de fins tamis sur lesquels arrive l'essence. La finesse des tamis assure une carburation complète de l'air.

Au-dessus du tambour se trouve le gazomètre constitué par une cloche coulissant dans un cylindre vertical fixe. Dans l'axe de ce dernier est situé un manchon comportant un siège sur lequel peut s'appliquer une soupape solidaire de la cloche.

L'air carburé provenant du tambour est amené dans le manchon. Tant que la cloche est assez basse, la soupape n'est pas appliquée sur son siège et le gaz la remplit en la faisant remonter peu à peu. Si on n'utilise pas le gaz, celui-ci, ne pouvant être évacué par la tuyauterie partant du cylindre fixe, continue à soulever la cloche jusqu'à ce que la soupape vienne obturer le passage. Le tambour, mis en mouvement par la chute d'un poids, continue à tourner et à fabriquer du gaz jusqu'à



VUE D'ENSEMBLE D'UN GAZOGÈNE « GAZALAIR » AVEC
LE POIDS QUI EN ASSURE LE FONCTIONNEMENT

ce que la pression de celui-ci soit suffisante pour équilibrer l'action du poids. Le gazogène cesse alors de fonctionner. Il se remettra automatiquement en marche dès que l'on utilisera l'air carburé.

Nous avons dit que l'essence était amenée sur un système de tamis qui constitue, en somme, le carburateur. Voici comment : contenue dans le réservoir cylindrique visible de face sur la photographie, l'essence est déversée par un système de bras à godets (mû par une chaîne passant sur la poulie de commande du tambour), dans une gouttière et, après avoir traversé un condenseur-épureur à glycérine, elle est amenée sur les tamis par un tube.

Bien entendu, il est possible de régler l'arrivée de l'essence pour obtenir le meilleur rendement.

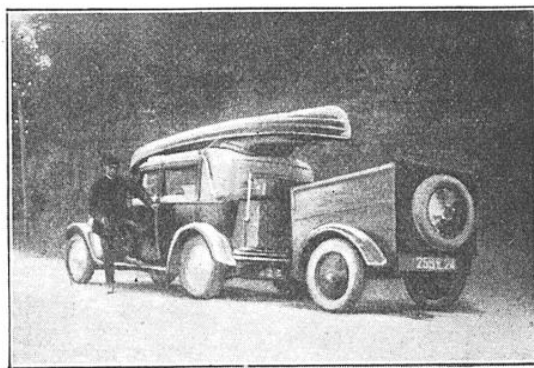
En résumé, le « Gazalair » fabrique automatiquement un gaz capable d'alimenter tous les appareils marchant avec le gaz de houille. Un litre d'essence produit environ 3 m³ 600 d'un gaz possédant un pouvoir calorifique considérable, de sorte que l'économie réalisée sur l'emploi du gaz d'éclairage est très sensible. Enfin, le fonctionnement même de l'appareil démontre qu'aucun danger n'est à craindre, soit par explosion soit par asphyxie. En effet, le gaz produit n'est pas toxique et aucune surproduction ne peut se produire, l'arrêt étant automatique. Désormais, les campagnes les plus reculées pourront donc bénéficier des avantages procurés à la ville par la distribution du gaz à domicile.

Le camping en automobile

Nous avons eu l'occasion de signaler à nos lecteurs ce qu'il faut entendre par « faire du camping » (1). Nous avons signalé, notamment, que l'agrément du camping était essentiellement fonction du confort et que, par conséquent, sans méconnaître les joies de l'excursion à pied ou à bicyclette, on était insensiblement et logiquement amené au camping automobile. Bien plus, comme les bagages emportés deviennent de plus en plus encombrants, car notre exigence croît sans cesse, le moment n'est pas éloigné où la voiture elle-même est insuffisante et où il faut lui adjoindre une remorque aussi légère et robuste que possible.

La photographie ci-dessus montre précisément une petite remorque de dimensions réduites (longueur 1 m 30, largeur 1 mètre, hauteur 0 m 70) en bois contreplaqué, dont le couvercle, fermant à clef, protège complètement son contenu contre l'eau et la poussière. Dépliée, cette remorque se transforme rapidement en un petit chalet élégant, comportant une table, deux sommiers métalliques pouvant recevoir deux matelas et constitués par des cadres de bois pouvant être pliés en deux. La remorque « Stella »

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 132, page 533.



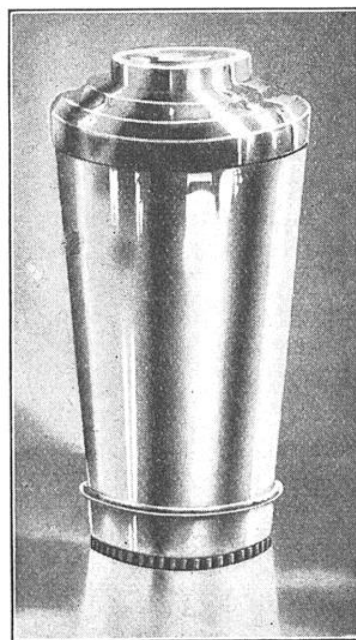
LA REMORQUE « STELLA » DERRIÈRE UNE VOITURE AUTOMOBILE

Cette remorque se transforme rapidement en un élégant chalet fort agréable.

peut emporter 500 kilogrammes de charge utile. Grâce aux deux toiles composant les tentes, dont l'extérieur est imperméable, les « campeurs » sont ainsi à l'abri du froid et de l'humidité.

Pour préparer sans glace, boissons et cocktails glacés

LA chimie se met souvent à notre service pour rendre la vie quotidienne plus agréable et pour nous permettre de bénéficier, en pleine et rase campagne, du confort de la ville. A cet égard, il faut citer la mise au point d'appareils très simples, producteurs du froid. S'il est relativement facile, à la ville, de se procurer de la glace et de préparer un mélange réfrigérant en la mélangeant à du sel de cuisine — encore que cette opération exige le pilage peu agréable de la glace — il n'en est plus de même à la campagne, en excursion, etc.



LE « SHAKER » A COCKTAILS « FRIGIVITE »

Or, voici que, grâce au mélange de sels judicieusement choisis, il est possible de fabriquer maintenant le froid, quel que soit le lieu où l'on se trouve. Dans ce but, les établissements « Frigivite » ont établi deux appareils permettant de préparer, l'un six à sept verres de cocktail glacé, l'autre une boisson également glacée.

En métal argenté, le « shaker » à cocktail ne nécessite donc plus de glace à piler. A n'importe quelle heure, en n'importe quel lieu, il est prêt à fonctionner et à fournir, en quelques minutes, le cocktail à la température désirée. Un dispositif spécial évite, bien entendu, tout contact entre la boisson et les sels générateurs de froid.

Le deuxième appareil, auquel nous avons fait allusion, est l'Autoglaceur Frigivite. Basé sur le même principe que le « shaker », il a une capacité beaucoup plus faible qui permet de le placer dans toutes les trousse de voyage ou dans la poche. Ainsi il est possible d'emporter avec soi un véritable « glaçon de poche », qui fera certainement le bonheur de tous les amateurs de tourisme et de camping.

Une valise qui contient tout le matériel nécessaire pour un pique-nique

L'AUTOMOBILE, avec ses déplacements si aisés, a développé chez ses usagers un état d'esprit d'indépendance bien caractérisé.

On pourrait en donner comme preuve l'énorme progression annuelle du nombre de

campeurs s'évadant résolument de la vie à l'hôtel. Sans être encore tous gagnés par ce retour à la vie normale, il n'est pas d'automobiliste qui, à la belle saison, ne rêve d'un dimanche entier passé dans le coin champêtre de son choix.

Il faut, toutefois, reconnaître que le charme du pique-nique a contre lui le manque de confort, l'humidité, sans compter les invasions d'insectes les plus divers. En présence de cette tendance, plusieurs idées ont vu le jour dans le but de remédier à ces désagréments. L'une d'elles a certainement résolu le problème de façon parfaite. C'est la « Tabloto ».

Présentée sous la forme d'une valise de taille moyenne (70 cm × 40 cm × 12 cm), elle forme table, une fois ouverte, et contient intérieurement les chaises et, à volonté, un matériel complet de pique-nique.

La Tabloto, construite en contreplaqué acajou renforcé, est laquée, à la couleur des voitures, aux émaux cellulodiques. Les pieds de la table, particulièrement ingénieux et robustes, se replient à l'intérieur de la valise, sans démontage. Montés sur une équerre rivée sur chaque face, ils se bloquent rigoureusement par un taquet, dont la forme s'oppose à tout jeu ; ils donnent à la table une triangulation et une stabilité parfaites.

Une double presse à vis assemble les deux flancs de la valise ouverte, consolidant ainsi les charnières et évitant toute fermeture intempestive.

Les chaises utilisées, à fond de toile, en acier spécial, sont étonnamment légères et cependant supportent, sans faiblir, les plus importants « poids lourds ».

Par un extrême souci de commodité, le matériel de pique-nique est fixé sur une double panoplie en contreplaqué s'appliquant directement sur le fond de la valise.

La Tabloto, qui se loge aisément dans n'importe quelle malle arrière, a sa place indiquée sur toute voiture. Elle servira aussi utilement à la plage, dans un jardin, sur une terrasse, dans un salon comme table à bridge ; aux colonies, etc...



LA VALISE « TABLOTO »
CONTENANT TOUT LE MATÉRIEL POUR UN PIQUE-NIQUE



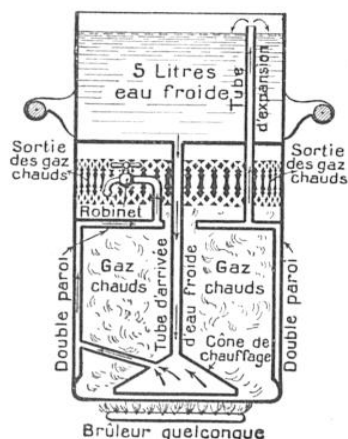
CETTE INSTALLATION COMPLÈTE POUR UN PIQUE-NIQUE
(COUVERT, CHAISES ET TABLE) PEUT ÊTRE CONTENUE
DANS UNE PETITE VALISE

Une bouilloire qui fournit de l'eau bouillante d'une façon continue

Le confort moderne, qui tend de plus en plus à s'introduire dans tous les immeubles en construction, n'existe malheureusement pas dans la majorité des cas. Par confort moderne, nous entendons, évidemment, non seulement l'ascenseur, le chauffage central et surtout la salle de bains, mais encore la distribution d'eau chaude sur l'évier, à la toilette, dans la baignoire. On est malheureusement obligé de constater que c'est encore l'infime minorité des immeubles qui possède ce véritable confort. Aussi les constructeurs se sont-ils ingéniés pour remédier à cet état de choses regrettable.

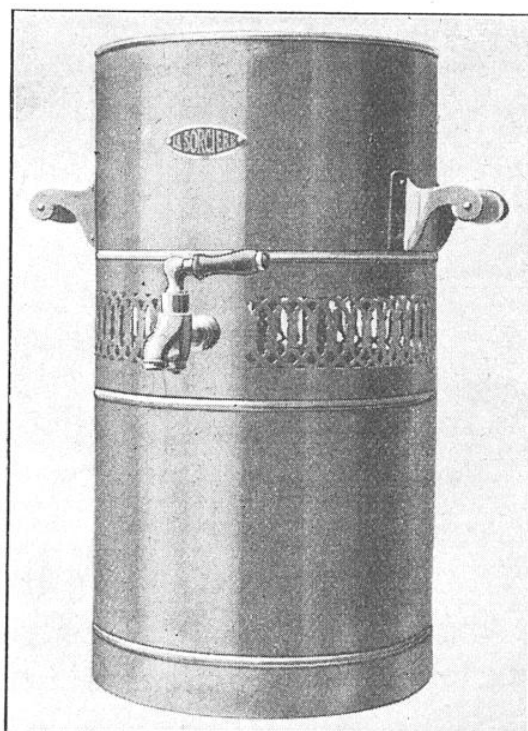
En particulier, nous devons signaler, aujourd'hui, une nouvelle bouilloire qui permet de recueillir presque instantanément de l'eau chaude aussitôt qu'on l'a placée sur un réchaud quelconque, à gaz, à pétrole, à essence ou à alcool, voire même sur un fourneau ou un poêle. La température de cette eau monte très rapidement et atteint même 100 degrés. L'eau chaude est recueillie au moyen d'un robinet, tandis que l'eau froide est versée dans un récipient de cinq litres ménagé à la partie inférieure de la bouilloire. Selon l'ouverture du robinet, on obtient de l'eau bouillante, très chaude, ou simplement chaude.

L'appareil se compose d'un récipient supérieur percé, en son centre, d'une ouverture, à partir de laquelle part un tuyau se terminant en bas en forme de cône. L'eau froide, descendant par le tuyau central, se trouve, dans ce cône, en contact avec la flamme du réchaud et, comme le volume du cône est petit, elle s'échauffe rapidement. Par différence de densité, l'eau ainsi chauffée monte par une tubulure latérale et circule dans la double paroi de la partie inférieure de la



COUPE DE LA BOUILLOIRE
LA SORCIÈRE MONTRANT
LE CIRCUIT PARCOURU PAR
L'EAU

bouilloire, où elle continue de s'échauffer. De là, elle se rend au robinet de puisage. Lorsque ce robinet est fermé, l'eau chauffée de la double paroi continue à monter par le tube d'expansion et se rend dans le réservoir supérieur. Ainsi, une circulation s'établit et toute



VUE D'ENSEMBLE DE LA « SORCIÈRE »

l'eau se trouve très rapidement échauffée.

Il va de soi que l'on peut obtenir un débit continu d'eau chaude, soit en reliant le réservoir supérieur à un tuyau d'arrivée d'eau froide, soit en remplissant à la main le réservoir au fur et à mesure qu'on le vide. Après vingt-cinq secondes de chauffage, il suffit d'ouvrir le robinet pour obtenir un débit continu d'eau très chaude.

Ainsi, grâce à cet appareil, chacun peut, soit préparer un petit bain, soit prendre une douche, etc... Il est facile de concevoir les multiples applications de l'eau chaude à la maison.

A propos du graissage des automobiles

Nous avons signalé, dans le n° 141 de *La Science et la Vie*, le servo-graissage central Técalémit, qui permet de lubrifier tout un châssis par le seul geste de tirer un bouton de commande. On opère ainsi le remplissage d'une pompe à huile, le refoulement dans les canalisations du châssis étant assuré par la dépression du moteur.

Le conducteur n'a donc aucune peine, mais le graissage reste *commandé à volonté*, ce qui permet de le proportionner aux besoins du châssis et d'éviter ainsi le débordement.

dement de certains axes, dangereux lorsque l'huile en excès peut se répandre sur les garnitures de freins ; de même, aucun suintement d'huile à l'arrêt de la voiture n'est à craindre.

Ainsi, cette fonction délicate du graissage d'une automobile reste contrôlée par le conducteur. Le maximum de sécurité en même temps que de commodité semble donc obtenu lorsqu'on réduit son action à un simple geste.

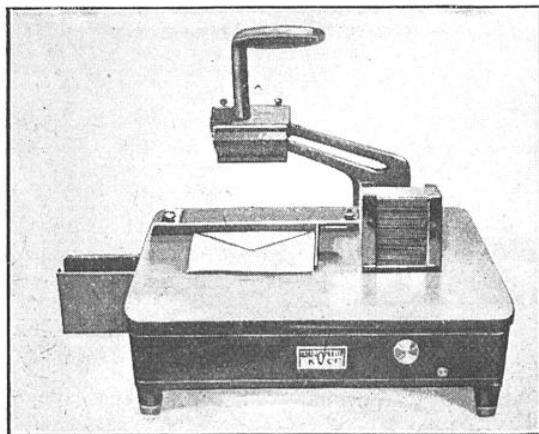
On peut imprimer de 1.000 à 5.000 adresses différentes à l'heure

ON ne s' imagine guère le nombre formidable d'adresses différentes que les grandes administrations (journaux, magasins, etc...) sont obligées de préparer chaque jour. Le simple envoi d'un catalogue à Paris ne représente-t-il pas à lui seul un travail considérable ? Aussi a-t-on imaginé, depuis quelques années, des machines perfectionnées assurant l'inscription rapide des adresses. Nous signalerons aujourd'hui des machines fort intéressantes permettant, suivant le modèle choisi, d'imprimer de 1.000 à 5.000 adresses en une heure.

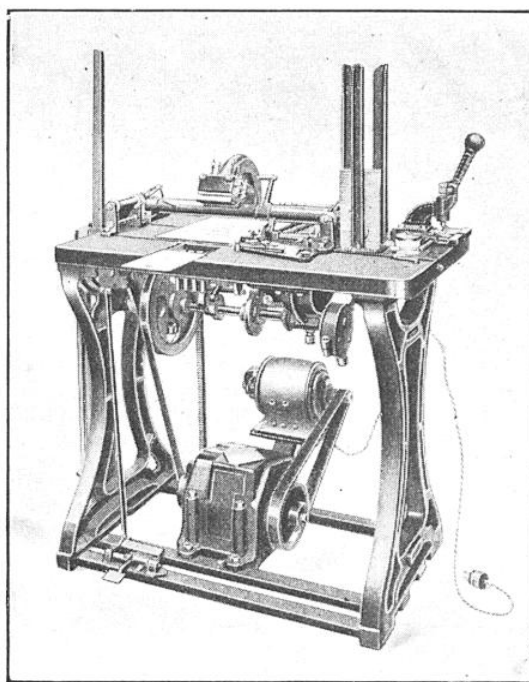
Il faut remarquer, tout d'abord, que, dans les cas que nous avons considérés, ce sont toujours les mêmes adresses qui doivent être inscrites (abonnés pour un journal, clients pour un grand magasin, etc...). Les machines en question utilisent donc des clichés métalliques. D'ailleurs, l'impression se faisant à travers un ruban, imite parfaitement l'écriture à la machine.

Voici, tout d'abord, une petite machine à main, peu encombrante, d'un maniement aisé, qui imprime jusqu'à 1.000 adresses à l'heure.

Les clichés sont placés dans un magasin



CETTE PETITE MACHINE A MAIN PERMET D'IMPRIMER 1.000 ADRESSES A L'HEURE



MACHINE AUTOMATIQUE POUVANT IMPRIMER 2.500 ADRESSES A L'HEURE

situé à droite (photo ci-dessus), et chaque enveloppe est mise à sa place, réglée par un margeur, face en dessous. En abaissant le levier à fond, l'adresse inscrite sur le cliché situé en-dessous est reportée sur l'enveloppe, grâce au ruban. Au lieu d'enveloppes, on peut évidemment mettre des bandes, des cartes, etc... En relevant le levier à fond, automatiquement un nouveau cliché prend la place du premier, qui tombe dans le réceptacle de gauche, tandis que le ruban avance de quelques centimètres. Si l'on veut répéter plusieurs fois la même adresse, il suffit d'appuyer sur un bouton situé devant la machine. Cette machine permet également d'établir rapidement des listes d'adresses.

La deuxième machine, représentée ci-dessus, a une capacité de 2.500 adresses à l'heure. Nous n'avons pas représenté celle donnant 5.000 adresses à l'heure, qui est beaucoup plus compliquée, non pas comme fonctionnement, puisqu'elle est automatique, mais comme mécanisme. C'est une rotative.

Donc, dans cette machine de puissance intermédiaire, qui est actionnée par un moteur électrique, le principe de fonctionnement est le même que celui de la machine à main. L'augmentation de rendement est réalisée par l'automatisme des différentes opérations. Les clichés sont placés (200 à la fois) dans le magasin. Elle comporte, bien entendu, tous les dispositifs de réglage qui sont prévus pour l'impression, la navette

assurant le remplacement des clichés, le ruban.

L'entretien de la machine se borne à mettre de l'huile dans tous les trous ménagés à cet effet et à visser de temps en temps des godets de graisse consistante.

Cet aspirateur de poussières n'exige aucun courant électrique

CHACQUE exposition des arts ménagers enregistre de nouveaux progrès réalisés pour rendre moins pénible la tâche de la maîtresse de maison. Depuis plusieurs années déjà les aspirateurs de poussière ont fait leur apparition, et le nombre croissant de ces appareils est une preuve du succès qu'ils ont rencontré auprès des ménagères. La crise des domestiques oblige souvent, en effet, la maîtresse de maison à s'occuper elle-même d'un certain nombre de travaux et tout appareil destiné à rendre son travail moins pénible sera favorablement accueilli. Tel est le cas de l'aspirateur de poussière qui évite non seulement le balayage (ce qui, au point de vue hygiène, est énorme), mais encore le battage des tapis aux fenêtres.

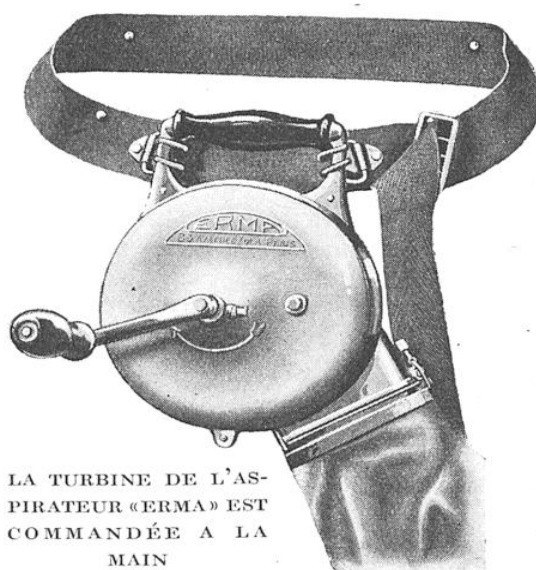
Chacun sait maintenant qu'un aspirateur de poussière, c'est tout simplement une petite turbine qui fait le vide dans un tuyau et renvoie l'air chargé d'impuretés dans un sac perméable à l'air où les poussières se déposent. Cette turbine, il faut la faire tourner rapidement. Pour cela, on utilise couramment le moteur électrique robuste et d'un fonctionnement peu dispendieux.

On a cherché, cependant, à s'affranchir de l'obligation d'utiliser l'électricité et de créer des aspirateurs uniquement mécaniques. Ainsi ces appareils pourront être mis en service n'importe où, que l'on dispose ou non d'énergie électrique. Comme il faut cependant faire tourner la turbine, c'est donc la main qui fera office de moteur. Mais, rassurons-nous bien vite, l'effort demandé est minime pour actionner un appareil bien conçu.

On pourrait craindre également que la puissance d'aspiration d'un tel dispositif ne soit bien faible par rapport à l'appareil électri-



VUE
D'ENSEMBLE
DE L'ASPIRA-
TEUR DE
POUSSIÈRES
«ERMA», QUI
FONCTIONNE SANS LE SE-
COURS D'ÉNERGIE ÉLEC-
TRIQUE



LA TURBINE DE L'ASPIRATEUR «ERMA» EST COMMANDÉE À LA MAIN

que. Il n'en est rien cependant et il est facile de s'assurer expérimentalement qu'avec l'aspirateur représenté ci-contre, on peut nettoyer aisément un tapis à fond, aspirer même des déchets métalliques ou des pièces de monnaie. Un montage spécial et ingénieux permet de nettoyer les rideaux, les meubles et la literie. L'aspirateur comprend un jeu de neuf accessoires, depuis les brosses à parquets et à habits jusqu'à la petite embouchure pour les fonds de sièges.

Ajoutons enfin que la simplicité du système assure à cet aspirateur une très grande robustesse et naturellement à un prix modique. C'est dire qu'il met l'hygiène à la portée de tous. Il ne faut plus balayer la poussière, il faut l'aspirer.

V. RUBOR.

Adresses utiles pour les « A côté de la Science »

Gazogène «Gazalair» : M. L. BRÉGEAUT, 55, rue Turbigo, Paris (3^e).

Remorque «Stella» : REMORQUE «STELLA», 111, r. du Faubourg-Poissonnière, Paris (9^e).

Pour préparer des boissons glacées : FRIGIVITE, 6, rue du Rocher, Paris (8^e).

Valise pour pique-nique : LA TABLOTO, 5, boulevard Victor, Paris (15^e).

Bouilloire : M. L. BRÉGEAUT, 55, rue Turbigo, Paris (3^e).

Graissage des autos : TÉCALÉMIT, 18, rue Brunel, Paris (17^e).

Machine à imprimer les adresses : SOCIÉTÉ ANONYME DES ANCIENS ÉTABLISSEMENTS KLÉNÉ & C^{ie}, 16, rue de la Station, Courbevoie (Seine).

Aspirateur de poussières : ERMA, 61, rue Damrémont, Paris (18^e).

LA VIS D'ARCHIMÈDE DEVIENT UNE POMPE A GRAND RENDEMENT

La diffusion de plus en plus grande de l'électricité permet, aujourd'hui, de bénéficier de la souplesse de cette énergie pour actionner de nombreux appareils, notamment les pompes, surtout depuis l'apparition de la pompe rotative. Généralement, ces pompes sont commandées par l'intermédiaire d'un réducteur de vitesse, étant donnée la rapide rotation du moteur électrique, bien que les progrès réalisés par les constructeurs aient cependant permis la commande directe.

On a cherché, par ailleurs, à établir un nouveau système de pompe qui fonctionne normalement aux grandes vitesses, sans aucun risque d'usure, et la Société des Pompes « Elva » a pensé

que la vis d'Archimède devait fournir la base de cette pompe. Imaginons, en effet, deux cylindres parallèles, empiétant l'un sur l'autre (se coupant suivant deux génératrices), dans lesquels tournent en sens inverse deux rotors en forme de vis, de telle sorte que le plein d'une vis ferme le creux de la vis opposée. Le liquide compris dans les creux de ces vis est évidemment transporté latéralement dans les cylindres. C'est là le principe de la pompe « Hélibloc ».

D'une grande simplicité de principe, cette pompe nécessitait évidemment une minutieuse mise au point qui a été réalisée également très simplement.

Les rotors, portés par des paliers à billes, n'ayant aucun contact avec le liquide, tournent dans le cylindre sans le toucher (comme le rotor d'un moteur électrique dans son stator). Leur mouvement leur est commu-

niqué par des pignons également hors d'atteinte du liquide ; ces rotors ne frottant ni entre eux ni contre le cylindre, sont donc inusables. Ils peuvent être construits, de même que le cylindre, en toute matière pouvant résister, par exemple, aux produits chimiques.

En adoptant de faibles pas d'hélices, on peut obtenir des vitesses de passage de liquide aussi faibles qu'on le désire, ce qui

donne à cette pompe une grande puissance d'aspiration ; quant à la pression de refoulement, on obtient avec ce système des pressions de 10 kilogrammes par centimètre carré, en un seul étage.

Le haut rendement est dû à la suppression presque totale

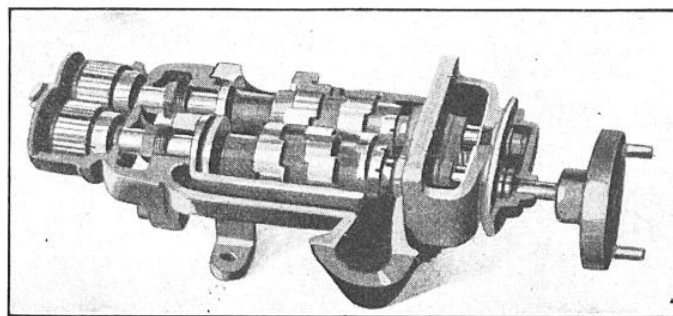
des frottements ; seuls, les presse-étoupes donnent une perte de rendement appréciable.

De plus, ce rendement est indépendant des conditions d'emploi de la pompe, et est sensiblement le même à 4 kilogrammes de pression qu'à 10, par exemple. La souplesse d'application est donc très grande et la continuité du mouvement du liquide exclut l'emploi de réservoir d'air amortisseurs.

Enfin, l'absence totale de frottement au sein du liquide pompé exclut toute nécessité de graissage ; les liquides alimentaires peuvent donc ne pas être souillés par le lubrifiant, et les dissolvants (essences, pétroles, etc...) peuvent être pompés sans crainte d'accident par grippement.

La forme symétrique des rotors permet un équilibrage rigoureux, assurant la marche aux plus grandes vitesses sans vibration d'aucune sorte.

J. M.



VUE DE LA POMPE « ELVA », CARTER ENLEVÉ, MONTRANT
LES DEUX VIS D'ARCHIMÈDE TOURNANT EN SENS
INVERSE ET S'EMBOÎTANT L'UNE DANS L'AUTRE

LA DISTRIBUTION AUTOMATIQUE DE L'ESSENCE POUR LES AUTOMOBILES

L'AUGMENTATION formidable du nombre d'automobiles en circulation (1) (nombre qui atteint aujourd'hui 30 millions, dont 25 millions pour les États-Unis) a fait naître des problèmes nouveaux pour faciliter leur ravitaillement en carburant. Naturellement, l'exemple devait nous venir d'Amérique, où se trouve la grande majorité des voitures. Cependant le problème ne se pose pas de la même façon de l'autre côté de l'Atlantique et en France. Là-bas, l'essence est bon marché et peu importe à l'automobiliste que la mesure de son carburant ne soit pas faite avec une extrême précision. Il n'en est pas de même chez nous, où le carburant est très cher. Aussi, pour donner toute satisfaction au consommateur, le service des Poids et Mesures impose aux appareils une tolérance maximum de 1 % au moins. D'autre part, le ministère du Commerce vient d'établir un nouveau règlement exigeant des distributeurs, indépendamment de la tolérance précitée, les deux conditions suivantes : impossibilité de commencer la vidange d'un jaugeur insuffisamment rempli ; impossibilité d'interrompre la vidange avant que tout le carburant ait été évacué. A partir du 1^{er} janvier 1936, toutes les conditions du règlement devront être scrupuleusement observées.

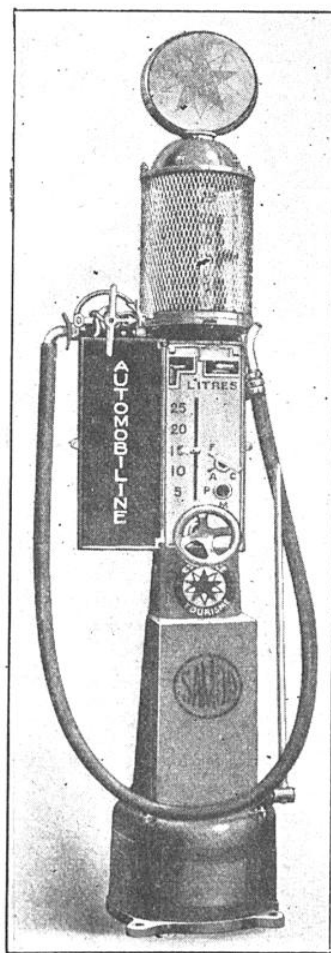
Il faut reconnaître, d'ailleurs, que les constructeurs français ont su créer des appareils donnant entière satisfaction. Ils sont bien connus de tous maintenant. Qu'ils comportent un ou deux jaugeurs, qu'ils soient installés à poste fixe ou qu'ils soient mobiles, ils reçoivent généralement l'essence d'un réservoir par l'intermédiaire d'une pompe actionnée à l'électricité ou à la main. Une telle installation exige évidemment des soins minutieux pour éviter tout danger d'incendie. En

effet, d'une part, la pompe n'est pas toujours d'une étanchéité absolue et, d'autre part, la présence d'un moteur électrique peut donner lieu à des étincelles risquant d'enflammer le carburant.

Cependant un nouveau système de distribution vient d'être créé qui semble à l'abri de tout incendie. Il est établi par la Société S. A. M. O. A. et se compose d'un jaugeur en verre de 25 litres de capacité dans lequel l'essence est aspirée sans passer par une pompe intermédiaire. C'est uniquement le vide créé dans le cylindre-jaugeur au moyen d'une pompe à air électrique ou à main qui assure son alimentation en essence. Donc, d'une part, le groupe moto-pompe à air peut être installé loin de l'appareil et, d'autre part, les canalisations sont constamment vides d'essence, en dehors des très courtes périodes d'aspiration. L'air aspiré dans le cylindre jaugeur, pour y faire le vide, est renvoyé par la pompe dans le réservoir souterrain, de sorte que l'appareil fonctionne en cycle fermé. Enfin, il résulte des expériences faites par le service des Poids et Mesures qu'il n'y a pas lieu de prévoir l'emploi d'un séparateur d'air pour assurer la régularité des quantités débitées.

D'une manœuvre très simple, l'appareil S. A. M. O. A. permet de distribuer l'essence par quantités de 5, 10, 15, 20 et 25 litres en une seule opération et son entretien se réduit au graissage périodique de quelques organes en mouvement.

Il est agréé par le Syndicat général des Compagnies d'assurances, par la Commission de métrologie et le service des Poids et Mesures. Il est admis au poinçonnage de l'État. Ajoutons enfin qu'il peut, sans inconvénient, distribuer successivement plusieurs carburants de qualités différentes, ce qui se fait couramment en Angleterre.



DISTRIBUTEUR D'ESSENCE
A POSTE FIXE S. A. M. O. A.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 14, p. 196.

LA T. S. F. ET LES CONSTRUCTEURS

Les accumulateurs bien entretenus sont la source idéale d'alimentation d'un poste de T. S. F.

Longtemps, les accumulateurs furent, pour les sans-filistes, une source d'ennui, parce qu'il n'existait pas d'appareils sûrs et bien établis pour leur entretien. On sait que cet entretien se réduit à bien peu de chose : les recharger convenablement et maintenir le liquide à son niveau normal (1 centimètre au-dessus des plaques) par addition d'eau distillée.

Seule, la recharge des batteries nécessite un appareillage spécial et, pour cela, deux théories sont en présence. Vaut-il mieux procéder par recharges successives ou bien maintenir les batteries constamment chargées au moyen d'une soupape débitant continuellement un faible courant ? Les avis les plus autorisés sont différents à cet égard. Quoi qu'il en soit, nous signalons aujourd'hui deux appareils rechargeurs d'accumulateurs à partir du secteur alternatif (le cas du continu étant d'une simplicité extrême), dont l'un redresse le courant alternatif au moyen de valves et l'autre au moyen de soupapes.

Le nouveau redresseur « Le Familial »

VOICI un appareil robuste, qui utilise des valves pour redresser le courant alternatif du secteur. Sans débrancher aucun fil, il permet de charger les batteries 4, 40, 80, 120 volts, de vérifier leur tension et de se mettre à l'écoute.

Il ne comporte aucun organe vibrant, donc pas de dérèglement possible ; au surplus, ce n'est pas un voisin gênant. Il ne contient aucun liquide qui salit ou corrompt, par son voisinage, toutes les parties métalliques de l'appareil. Il faut remarquer immédiatement que les circuits de chauffage et de tension-plaque étant complètement séparés, aucun danger de grillage intempestif des lampes réceptrices n'est à craindre.

Ainsi que le montre la gravure ci-contre, l'appareil comporte, sur son panneau avant : à gauche, les bornes + 80 et + 4 volts, qui sont reliées respectivement aux bornes correspondantes des accumulateurs d'alimentation ; à droite, les bornes + 80 — 4 volts et la borne commune + 4 — 80 volts, qui sont connectées au récepteur.

mentation ; à droite, les bornes + 80 — 4 volts et la borne commune + 4 — 80 volts, qui sont connectées au récepteur.

Au centre du rechargeur est fixé un voltmètre, innovation dans ce genre d'appareils, qui, seul, permet de vérifier rapidement l'état de charge des batteries. Enfin, à la partie inférieure se trouve la manette à cinq positions qui assure, de gauche à droite : la recharge des 80 volts, la vérification de la tension 80 volts, l'écoute, la vérification de la tension 4 volts.

Dans le cas où le récepteur exige une batterie de 120 volts, avec prises à 80 et à 40 volts, il suffit de relier les bornes + 120 volts de la batterie aux bornes + 80 volts du rechargeur ; de connecter entre elles les bornes + 120 volts du poste et + 80 volts du rechargeur (côté appareil) et de relier directement les prises + 80 et + 40 volts de la batterie aux bornes + 80 et + 40 volts du récepteur.

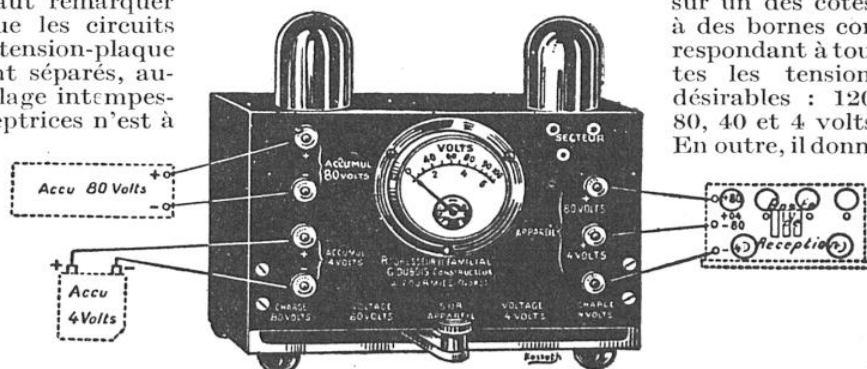
Les régimes de charge donnés par le rechargeur sont : 1 A 3 pour les 4 volts ; 0 A 2 pour les 40 volts ; 0 A 120 pour les 80 volts et 0 A 070 pour les 120 volts. Connaissant la capacité de l'accumulateur, il est donc très facile, par une simple division, de calculer la durée de la charge.

Nouveau bloc d'alimentation pour T. S. F.

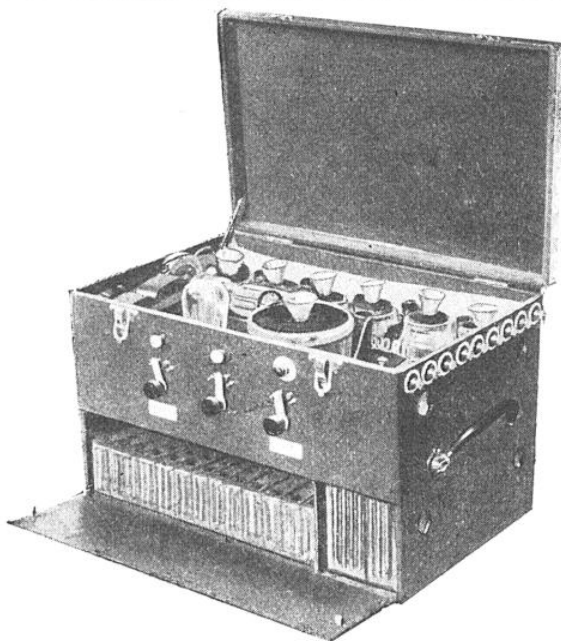
POUR diminuer l'encombrement des systèmes d'alimentation des postes de T. S. F., on a cherché à réunir, dans une même boîte, le rechargeur et les batteries d'accumulateurs de 4 et 80 ou 120 volts.

Le bloc représenté page 432 répond précisément à ce désir du minimum d'encombrement. Il contient, en effet, les deux batteries et les connexions intérieures aboutissant,

sur un des côtés, à des bornes correspondant à toutes les tensions désirables : 120, 80, 40 et 4 volts. En outre, il donne



LE REDRESSEUR « LE FAMILIAL » PERMET, PAR LA SEULE MANŒUVRE DE LA MANETTE INFÉRIEURE, SOIT DE RECHARGER LES ACCUMULATEURS, SOIT DE LES FAIRE DÉBITER SUR LE POSTE RÉCEPTEUR POUR L'ÉCOUTE



LE RECHARGEUR D'ACCUS « TOUSSAINT »

des tensions de polarisation différentes (nécessaires suivant les lampes employées) de 12, 14, 18, 21 et 30 volts.

Le redresseur lui-même, du type Toussaint, au tantale, charge des batteries Tudor. On sait que l'inconvénient des contacts tantale-plomb était de s'oxyder rapidement. On a évité cela grâce à la présence d'un tube à huile lourde dans lequel est immergé chaque contact. De plus, la destruction des électrodes de tantale au niveau de l'électrolyte est complètement supprimée par un système spécial de « tubage » du métal précieux dans un tube de verre *ad hoc*.

Un dispositif de contrôle lumineux par lampes exactement calibrées permet de se rendre compte si la recharge s'effectue normalement (une lampe sur le 80 volts et une sur le 4 volts). En outre, une lampe s'éclaire pendant la décharge sur le récepteur, ce qui évite de laisser par inadvertance les lampes du poste allumées en dehors des heures d'écoute.

Il faut remarquer qu'il ne s'agit pas là d'un appareil maintenant constamment en charge les accumulateurs, mais bien d'un véritable rechangeur. En moins de quarante-huit heures, il peut recharger le 4 et le 80 ou le 120 volts, sans nécessiter un couplage quelconque en parallèle.

La capacité d'accus est telle que les deux batteries doivent être rechargées en même temps, quel que soit le nombre de lampes du poste. En réalité, pour éviter la sulfatation de la batterie 80 volts, celle de 4 volts insulfatée se trouve déchargée un peu avant celle de tension-plaque.

La manœuvre de ce redresseur est excessivement simple. Sur le panneau avant se trouvent trois manettes. Celle de droite et celle de gauche servent pour la recharge des batteries, celle du centre est utilisée pour l'écoute.

Grâce au redressement des deux alternateurs du courant, le rendement de l'appareil est excellent et la recharge, très économique.

La présentation de ce rechangeur, la facilité de manœuvre, l'absence de tout fil (en dehors du cordon d'alimentation du poste et de l'amenée du courant du secteur) permettent de le placer dans tous les intérieurs.

Un appareil vraiment pratique pour contrôler le montage ou le fonctionnement d'un poste de T. S. F.

Le prix élevé des lampes de T. S. F. exige une vérification minutieuse du montage, afin de ne pas risquer de les « griller » accidentellement. Pour cela, on emploie généralement le voltmètre, en touchant, avec les fils de cet appareil, les douilles des lampes. On vérifie ainsi la tension aux bornes du filament.

Par ailleurs, chaque fois qu'une panne se produit, il est indispensable, pour la localiser, de vérifier les tensions 4 et 80 volts aux douilles de chaque lampe. Cette opération exige malheureusement souvent quelques acrobaties lorsque les lampes sont difficilement accessibles.

Voici un appareil qui rend toutes ces mesures extrêmement simples.

Il se présente sous la forme d'une lampe de T. S. F. en ébonite; en son sommet un voltmètre à deux lectures (6 volts, 120 volts) et à sa base des fiches réparties pour pouvoir se placer directement sur l'appareil de T. S. F., à la place des lampes. A l'intérieur du carter en ébonite se trouve un système de contacts mobiles permettant de fermer successivement sur le voltmètre les différents circuits à vérifier.

On vérifiera donc la tension 4 volts en mettant l'appareil à la place d'une lampe et en appuyant sur les boutons blancs et jaunes. Suivant la position du rhéostat, on mesurera donc la tension réelle de la batterie (rhéostat à fond) ou seulement la tension aux bornes

ENSEMBLE
DU
« RADIO-CONTROLLER »

de la lampe (rhéostat dans une position intermédiaire).

En appuyant sur les boutons blancs et rouges, le voltmètre indique la tension appliquée à la plaque de la lampe (essayer de préférence sur une lampe H. F. ou M. F. dont la résistance des circuits-plaques est pratiquement nulle). On peut également vérifier la tension de polarisation de la grille.

Toutes ces vérifications permettront de rechercher facilement, en cas de panne, quel est le circuit défaillant. De même on pourra essayer un haut-parleur, un casque ou un bobinage quelconque en mettant l'appareil à la place de la dernière lampe. Si le bobinage du haut-parleur, par exemple, est coupé, on ne retrouvera pas le + 80 à la plaque de cette lampe.

Ajoutons qu'il est également facile de se rendre compte si une lampe est grillée ou non, ce que n'indique plus aujourd'hui la lueur du filament, les types actuels des lampes restant obscurs, même allumés.

Le nom de « Radio-Controller » donné à ce petit appareil est donc pleinement justifié.
J. M.

Adresses utiles

pour « La T. S. F. et les Constructeurs »

Rechargeur « *Le Familial* » : M. G. DUBOIS, 8, rue Gambetta, Fourmies (Nord).

Rechargeur « *Toussaint* » : M. TOUSSAINT, 14, rue Paul - Déroulède, Bois - Colombes (Seine).

Radio-Controller : RADIO-ATELIERS, 91, rue La Fayette, Paris (9^e).

A TRAVERS LES REVUES

AUTOMOBILES

L'USAGE PRATIQUE DES ACCUMULATEURS, par Baudry de Saunier.

M. Baudry de Saunier continue, dans cet article, la grande étude qu'il a entreprise sur l'usage pratique des accumulateurs. Il montre, en particulier ici, comment on peut recharger les batteries au moyen du courant alternatif en utilisant des groupes convertisseurs économiques et pratiques. Ces groupes se composent, comme on le sait, d'un moteur universel entraînant une dynamo à courant continu.

« *Omnia* » (n° 106).

LA RECHERCHE DE PANNES ET L'ENTRETIEN DE L'ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE DES AUTOMOBILES, par G. Ricard.

L'équipement électrique des automobiles comporte un ensemble générateur, un ensemble récepteur et un ensemble régulateur.

L'ensemble générateur se compose d'une dynamo et d'une batterie d'accumulateurs. La dynamo est entraînée par le moteur de voiture et produit le courant nécessaire à l'éclairage. La batterie d'accumulateurs travaille surtout au moment des arrêts et des départs de la voiture.

L'ensemble utilisateur comprend les appareils d'éclairage (composés surtout de deux phares, deux lanternes avant, une lanterne arrière) et un démarreur.

L'ensemble régulateur comporte un conjoncteur-disjoncteur destiné à séparer ou à relier électriquement, suivant le cas, la dynamo et la batterie d'accumulateurs, et un tableau de distribution.

Le plus souvent, chacun des appareils utilisateurs est relié au générateur par un seul conducteur, le retour se faisant par la masse. On réduit ainsi de moitié le nombre des conducteurs à employer, mais il faut que les conducteurs soient parfaitement isolés et des précautions spéciales doivent être prises pour éviter qu'un conducteur dénudé ne soit mis à la masse, entraînant ainsi un court-circuit.

Après avoir décrit en détail chacun de ces appareils, l'auteur étudie son fonctionnement et montre comment on peut rechercher méthodiquement leurs pannes.

« *L'Electricien* » (n° 1454).

ÉLECTRICITÉ

SULFATATION DES ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES, TRAITEMENT DES ÉLÉMENTS SULFATÉS, par G. Beylon.

Les diverses causes qui agissent pour sulfater les plaques d'un accumulateur sont :

La présence d'impuretés dans l'électrolyte : fer, arsenic, antimoine, zinc, argent, corps conducteurs, qui font décharger plus ou moins vite les éléments en circuit ouvert et qui favorisent la formation de sulfates de plomb irréductibles ; un corps étranger tombé entre les plaques peut provoquer la sulfatation de l'élément.

Un niveau trop bas de l'électrolyte dans le bac ; le haut des plaques se sulfate très rapidement sous l'effet de l'oxygène de l'air ; il en serait de même si l'on laissait les plaques trop longtemps à l'air sans prendre de précautions.

Une conduite défectueuse des éléments peut amener une sulfatation générale des plaques : charges incomplètes suivies de décharges trop poussées, repos trop prolongé des éléments sans qu'ils aient travaillé, etc... Et, enfin, une trop basse température augmente la tendance à la sulfatation.

L'auteur donne les méthodes employées pour désulfater les accumulateurs et les précautions à prendre pour éviter la sulfatation.

« *L'Electricien* » (n° 1453).

LA MESURE DE LA TEMPÉRATURE DANS LES MACHINES ÉLECTRIQUES, par G. Ricard.

Malgré les progrès importants réalisés au cours de ces dix ou douze dernières années, on peut admettre que le problème du contrôle méthodique des températures dans les machines électriques n'est pas encore résolu de façon à assurer au contrôle lui-même cette régularité plus nécessaire que jamais. Les constructeurs orientent de plus en plus leurs recherches vers une légèreté de plus en plus grande des machines. Les délibérations de la Commission électrotechnique internationale autorisant des températures plus élevées pour certaines catégories déterminées de machines sont toutes récentes ; actuellement, il est encore question, au sein de cette même Commission, d'adopter la proposition allemande d'abaisser de 40° à 35° la température ambiante

de base, proposition qui tend au fond à faire réduire encore le poids spécifique des machines électriques. Le Comité Electrotechnique italien s'y est opposé, mais les avis des diverses nations sont divisés et la question n'est pas encore résolue actuellement.

De toute façon, il est certain que seul le contrôle continu et méthodique des températures vraies intérieures permettra de pousser l'utilisation des machines aux dernières limites raisonnables.

L'auteur décrit dans cet article un procédé très simple qui n'utilise qu'un voltmètre de précision de 3 volts de graduation.

« *L'Electricien* » (n° 1.464).

FROID

LA CONGÉLATION DU POISSON PAR LA MÉTHODE OTTESEN, par L. V.

Le poisson constitue un excellent aliment fourni en abondance par l'Océan, mais sa bonne utilisation dépend de sa conservation. Le meilleur moyen de conserver le poisson et d'assurer sa répartition dans tout un pays consiste à le congeler. Ainsi, on peut régulariser la production éminemment variable de la pêche, grâce à l'emmagasinage dans des entrepôts frigorifiques et, par conséquent, régulariser aussi les cours de cette denrée.

L'auteur décrit le procédé Ottesen qui semble répondre à une condition importante exigée par la congélation du poisson, à savoir qu'il ne doit y avoir aucun échange entre la saumure et la chair du poisson, bien que celui-ci soit en contact avec celle-là. L'auteur donne ensuite la description de l'installation de Lorient, où se fait cette congélation.

« *Revue Industrielle* » (n° 2.236).

MÉTALLURGIE

LA MANUTENTION MÉCANIQUE DANS LES FONDERIES, par M. C. Derulle.

La fonderie est l'une des industries qui nécessitent le plus de manutentions. Arrivée à l'usine, la fonte brute est tout d'abord déchargée de wagons, puis reprise pour être cassée, ramassée et chargée pour être montée à la plate-forme du cubilot. Soulevée à nouveau pour être enfournée, elle est recueillie en fusion dans des poches qui la distribuent dans les moules. Enfin, après être passée à l'ébarbage, elle est mise en magasin d'où elle est enlevée pour être expédiée.

A côté de la manutention de la fonte, il ne faut pas oublier celle des autres matières premières nécessaires à la fonderie : bois, coke, sable, etc. ; celle des châssis de moulage, etc...

Toutes ces manutentions exigent évidemment un outillage perfectionné pour que la fonderie fonctionne dans de bonnes conditions de rendement. L'auteur de cet article étudie successivement la manutention mécanique des matières premières ; les appareils spéciaux pour le moulage, le transport des produits finis.

« *Science et Industrie* » (n° 181).

MINES

LES RÉCENTS PROGRÈS DE L'INDUSTRIE MINIÈRE, par M. Gruner.

Après avoir mis en évidence, dans un précédent article, les perfectionnements considérables apportés, ces dernières années, dans l'industrie minière, par le développement du machinisme, progrès qui ont été réalisés, notamment, par l'emploi de l'électricité dans les travaux souterrains, par l'utilisation plus étendue des moyens mécaniques d'abatage et de transport des produits et enfin, à la surface, dans le matériel de criblage et de lavage des produits, M. Gruner continue, dans cet article, l'examen de ces perfectionnements par l'étude des cadres métalliques de soutènement, de l'éclairage des chantiers par lampes électriques portatives, l'étude de l'emploi des locomotives souterraines, même munies de moteurs électriques, et, enfin, celle du lavage des poussières et des charbons.

« *La Technique moderne* » (21^e année, n° 3).

TRANSPORTS

LA COOPÉRATION ENTRE LE CHEMIN DE FER ET L'AUTOMOBILE.

L'automobile est-elle la collaboratrice ou la concurrente du chemin de fer ?

Les raisons qui déterminent le choix entre divers modes de transports sont complexes. Si le prix et la rapidité sont les principales, la commodité, la sécurité doivent être envisagées.

L'auteur étudie donc l'automobile (camions ou voitures de tourisme) à ces différents points de vue, en comparaison avec le chemin de fer, et il en conclut que la supériorité de l'automobile sur le véhicule à traction animale d'autrefois en fait non un concurrent du chemin de fer, mais un précieux auxiliaire, car elle permet d'utiliser un réseau routier plus étendu que le réseau ferré. L'auteur définit ensuite le domaine de chacun de ces modes de transport.

« *Revue générale des Chemins de fer* » (48^e année, n° 1).

TRAVAUX PUBLICS

LA MÉTHODE SCIENTIFIQUE ET L'ENTRETIEN DES ROUTES, par E. Marcotte.

La route s'adapte lentement aux besoins nouveaux et l'accroissement du trafic automobile a été pour elle une cause de destruction rapide. L'auteur de cette étude passe en revue les divers modes de revêtement utilisés (béton, bitume, asphalte), sans oublier l'empierrement ordinaire, le goudronnage, le pavage. Pour mener à bien la réfection de notre réseau routier, déjà très sensiblement amélioré au cours de ces dernières années, il faut que les ingénieurs des Ponts et Chaussées puissent connaître les résultats des essais systématiques tentés avec les différents matériaux. C'est dire que la méthode empirique ne suffit plus, mais que la méthode scientifique doit être rigoureusement appliquée.

« *Mines, Carrières, Grandes Entreprises* » (n° 76).

AVIS A NOS LECTEURS. — A propos d'une panne d'électricité récente à Paris, pour faciliter l'interconnexion des usines productrices d'énergie électrique, qui, seule, peut permettre de suppléer à une défaillance de l'une d'elles, il est indispensable que le courant fourni par ces usines possède la même fréquence. Aussi se préoccupe-t-on, à Paris, d'uniformiser la fréquence des diverses sources d'énergie, en adaptant la fréquence de 42 périodes par seconde. Nous signalons à nos lecteurs que nous avons publié, dans le n° 119 de mai 1927 de *La Science et la Vie*, un article bien documenté sur un laboratoire électrique automobile utilisé par la C. P. D. E., pour étudier la répercussion sur les diverses industries du changement de fréquence prévu.

+++ Nous avons appris avec regret, pendant le tirage de ce numéro, que le paquebot *Europa*, dont nous avions la primeur de la description, avait été incendié dans les bassins de Hambourg, dans la nuit du 25 au 26 mars. Nul doute que l'admirable effort de l'Amirauté allemande ne réparera cette perte cruelle.

LA PAGE « NITROLAC »

FOIRE DE PARIS

Hall 54
Stands 5.422-24

Une référence dans l'« impression sur métal ».

ÉTABLISSEMENTS NEUHAUS
ANCIENNE MAISON REVON, 12, RUE DE
LORRAINE, PARIS (19^e), NORD 04-28**IMPRESSIONS SUR MÉTAUX
PANONCEAUX EN RELIEF MARDI 5 Mars 1929.
PLAQUES ÉMAILLÉES
INSIGNES ET BRELOQUES
TOUT CE QUI CONCERNE LA
SIGNALISATION PUBLICITAIRE**Société NITROLAC,
Rue Marius-Aufan,
LEVALLOIS (Seine).

Messieurs,

Nous sommes heureux de pouvoir vous informer que vos produits cellulosiques "NITROLAC", spéciaux pour machine à imprimer, nous ont donné la plus entière satisfaction.

Nous avons pu, grâce à "NITROLAC", exécuter avec nos machines des séries impeccables comme aspect et comme solidité.

Nous pouvons vous assurer que nous emploierons vos produits de façon courante, car nous avons pu, grâce aux différents avantages que l'impression en "NITROLAC" apporte à notre clientèle, enregistrer de fortes commandes dans nos différentes branches.

Veuillez agréer, Messieurs, nos salutations distinguées.



CHEZ LES ÉDITEURS

ÉLECTRICITÉ

LE CHEF-MÉCANICIEN-ÉLECTRICIEN, par A.-E. Blanc, 1 vol. in-16°, 607 p., 230 fig.

Ce quatrième volume de la collection le Chef mécanicien-électricien traite l'électricité générale et présente la même clarté d'exposition que les précédents. Après l'étude des phénomènes et des lois de l'électricité, l'auteur étudie les mesures, les piles et les transformateurs, puis les dynamos et alternateurs, pour arriver ensuite à l'utilisation des courants : éclairage, distribution de l'électricité et télécommunication.

MATIÈRES PLASTIQUES

LE CAOUTCHOUC, par J.-C. de Macedo Soares, 1 vol., 160 p.

L'auteur donne dans cet ouvrage une documentation importante sur le caoutchouc, au point de vue économique et statistique. La production du caoutchouc, sa consommation, comment on a tenté de régulariser la production du caoutchouc par le plan « Stevenson » aujourd'hui supprimé, font l'objet d'études intéressantes du marché du caoutchouc.

MÉCANIQUE

COURS D'AUTOMOBILES, par Louis Durand, 2 vol. illustrés de 316 et 241 pages.

Le premier livre de ce cours est consacré au moteur d'automobile. L'auteur y étudie les évolutions du mélange tonnant, depuis sa formation jusqu'à son évacuation, qui appartiennent au domaine de la physique et de la chimie. Il faut connaître ces évolutions pour comprendre le moteur lui-même, son fonctionnement et sa construction.

Chaque organe du moteur est ensuite étudié séparément en indiquant son but et les méthodes de calcul applicables dans chaque cas. L'étude de la carburation, de l'allumage, du refroidissement, du graissage, complètent ce volume.

Le deuxième livre est consacré aux voitures elles-mêmes, c'est-à-dire à leur classification, aux dispositifs mécaniques (embrayages, changements de vitesses, différentiel). Les essieux, roues, bandages font l'objet d'un chapitre ainsi que les freins, la direction, le châssis et la suspension, l'éclairage et le démarrage.

SCIENCES APPLIQUÉES

LA SCIENCE A LA MAISON, par H. de Graffigny, 1 vol. in-16°, 340 p., 98 fig.

L'ouvrage de H. de Graffigny passe en revue toutes les applications de la science aux nécessités de la vie usuelle, depuis la construction et l'aménagement des habitations jusqu'aux instruments scientifiques de pur agrément, en passant par les questions du chauffage individuel ou central, de l'éclairage et des machines domestiques de toute espèce, à laver le linge ou la vaisselle, aspirateurs de poussière, etc.

LIVRES REÇUS

LES FLOTES DE COMBAT EN 1929. 1 vol., 640 p., 388 photos, 244 schémas.

HISTOIRE DU CHILI, par Leonardo Pena, 1 vol. in-16, 278 pages.

LES AFFAIRES ET LES HOMMES, par Philippe Girardet, 1 vol., 175 pages.

L'AVION DE DEMAIN, par René Bigarré, 1 vol., 100 pages.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 45 fr.	Envois recommandés	{ 1 an..... 55 fr.
	{ 6 mois... 23 —		{ 6 mois... 28 —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

Australie, Bolivie, Chine, Costa-Rica, Danemark, Dantzig, République Dominicaine, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Guyane, Honduras, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Nicaragua, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Siam, Suède, Suisse.

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés	{ 1 an.... 100 fr.
	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 70 fr.	Envois recommandés	{ 1 an..... 90 fr.
	{ 6 mois... 36 —		{ 6 mois... 45 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Le Gérant : Lucien Josse.

Paris. — Imp. HÉMERY, 18, rue d'Enghien.

La Science et la Vie est le seul magazine de vulgarisation scientifique et industrielle.

MACHINE À TIRER LES BLEUS À TIRAGE CONTINU



L'ELECTROGRAPHE

"REX"

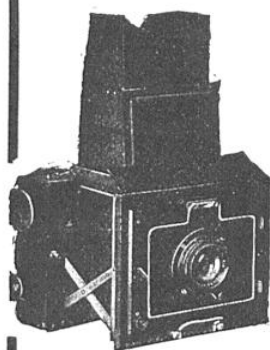
construit par

Dans
le monde entier
l'Electrographe "REX"
s'est imposé par ses
qualités exceptionnelles:
il donne dans le minimum
de temps et avec le minimum
de dépense des reproductions
d'une netteté
incomparable

LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12. AV. DU MAINE. PARIS. XV^e CATALOGUE FRANCO
SUR DEMANDE

PHOTO-OPÉRA

21, rue des Pyramides (av. Opéra)

CINÉPHOTO-OPÉRA12, rue de la Chaussée-d'Antin (9^e)**APPAREILS DE MARQUE**

(Vente et Échange)

GRANDE MISE EN VENTE D'APPAREILS

DÉFRAICHIS, DE MARQUES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES, AVEC

GROS RABAISPolyscope 45 × 107. Objectif Tessar Zeiss 4,5.
Valeur : 2.000 fr. Occasion : 600 fr.

Folding Sirène 6 1/2 × 9. Valeur : 365 fr. Soldé à 150 fr.

Icarette 6 × 9 et 7 × 11. Valeur : 600 fr. Soldé à 450 fr.

Rayon PHONOS**TOUS LES DISQUES**

Gramophone portatif à 1.000 fr.

PHONO RÉCLAME à 150, 250, 330 frs.*Il sera offert gratuitement 3 disques avec chaque phono***1878-1929****L'ÉCOLE****BERLITZ****31, boul. des Italiens**

N'enseigne que les
Langues vivantes
mais...
les enseigne BIEN !

.....
 ÉCOLE OUVERTE TOUTE L'ANNÉE — LEÇONS PARTICULIÈRES
 ET COLLECTIVES — DÉBUTANTS ET PERFECTIONNEMENT
 NOTICE FRANCO

DANS VOS TOUS VOUS DÉPLACEMENTS

ou que vous voyez.
LA VALISE
MERLAUD & POITRAT
vous permettra de vous
livrer aux joies de la T.S.F.

POSTE

absolument complet, d'un montage nouveau, renfermé dans une mallette de dimensions très réduites et dont le poids en fait **LE SEUL** poste vraiment transportable.

AUDITIONS ET VENTES :

à **PARIS, 10, place Vintimille, 10**

Tous les jours et le jeudi de 21 h. à 23 h.

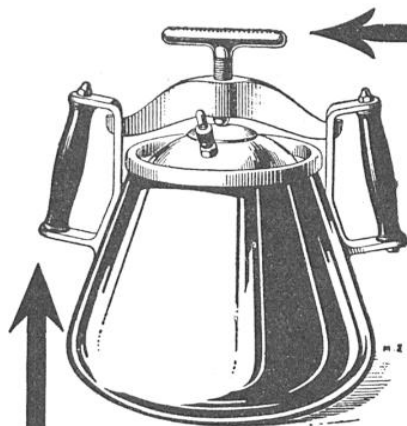
En Province, chez nos agents

Adresses et notice sur demande aux

Etablissements **MERLAUD & POITRAT**
5, rue des Gatines, **PARIS-20^e**



PUBLICITÉ G. TANNEUR



TOUTE LA CUISINE !
en moins de 15 minutes

AVEC LA

MARMITE A PRESSION "BOVEX"

LA PLUS PERFECTIONNÉE — Brevetée S.G.D.G.
(Aluminium pur ou Acier)

avec ouverture de 150 m/m

CONDITIONS SPÉCIALES

aux Revendeurs
pour le Modèle de 130 m/m
d'ouverture

A SOLDER
pour Primes ou autres

Capacités	3 litres	5 litres	7 litres	9 litres
Etamée	84. »	96. »	112. »	136. »
Emaillée	114. »	128. »	146. »	170. »
Aluminium	180. »	250. »	295. »	355. »

FRANCO FRANCE

Enorme économie de temps et d'argent

EN VENTE PARTOUT ET CHEZ

Al. PROST, 120, rue Croix-Nivert, PARIS-XV^e

LEMAIRE

CONSTRUIT TOUJOURS DANS SES USINES DE CROSNE (Seine-et-Oise)

SES APPAREILS

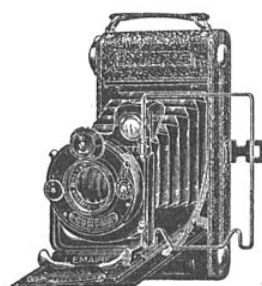
Pour Plaques 6 1/2 × 9

Pour Pellicules 6 × 9 et 6 1/2 × 11

7 modèles différents

Ce sont des appareils de précision

"LA BELLE FABRICATION FRANÇAISE"



Demandez le Tarif envoyé gratuitement par demande à

LEMAIRE, 26, rue Oberkampf, PARIS-XI^e

FABRICANT DES CÉLÈBRES JUMELLES LEMAIRE

Téléphone :
ROQUETTE 30-21

En quoi le “Système Pelman” peut-il m'être utile ?

TELLE est la première question de ceux qui s'adressent à nous pour suivre notre cours par correspondance.

Voulez-vous notre réponse ? Retournez-nous rempli le questionnaire ci-dessous, et nous vous dirons, à titre gracieux, sans que cette consultation vous lie, ce que vous pouvez personnellement attendre du SYSTÈME PELMAN.

Déjà notre commentaire de vos réponses vous sera un gain matériel et moral appréciable : quel profit ne retireriez-vous pas de l'étude intégrale de notre cours ! C'est alors que s'ouvrira à vous une nouvelle manière de vivre, à la fois plus riche et plus heureuse.

QUESTIONNAIRE

à retourner rempli à l'INSTITUT PELMAN, 33, rue Boissy-d'Anglas, Paris-8^e

1. Lisez-vous aisément un ouvrage ou un article sérieux ?
2. Que retenez-vous des livres que vous lisez, des pièces que vous voyez jouer ?
3. Avez-vous l'habitude d'achever un travail ?
4. Redoutez-vous la contradiction ?
5. Savez-vous convaincre les indifférents ?
6. Et ceux qui vous sont opposés ou hostiles ?
7. Eprenez-vous un sentiment de malaise ou d'infériorité en présence de certaines personnes ?
8. Résolvez-vous facilement les difficultés de l'existence ?
9. Les luttes que vous avez soutenues vous ont-elles grandi ou amoindri ?
10. Avez-vous, autant que vous l'auriez pu, amélioré votre situation, ces deux dernières années ?

EFFORT SUPPRIMÉ - MANUTENTION RAPIDE

de pièces lourdes, en tous endroits

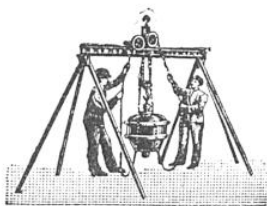
PAR LE

Pont Démontable Universel

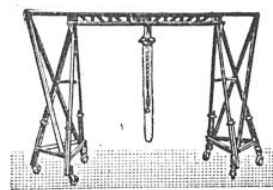
(Système Diard, brev. S. G. D. G., France et Étranger, dont brevet allemand)

APPAREIL DE LEVAGE

1° TRANSPORTABLE en éléments d'un faible poids et volume.



2° TRANSFORMABLE suivant l'état du sol ou la dimension tant des fardeaux que des locaux.



Le pont fixe de 1 tonne, avec palan spécial et chaînes d'entretoisement, ne coûte que **2.070 fr.**

NOMBREUSES RÉFÉRENCES dans : Chemins de fer, Armée, Marine, Aviation, Travaux publics, Électricité, Agriculture, Industries chimiques, Métallurgie, Mécanique, Automobiles, etc.

Notamment en France, Angleterre, Hollande, Belgique, Suisse, Italie, Espagne, Portugal, Grèce, Turquie, Syrie, Palestine, Égypte, Tunisie, Algérie, Maroc, Sénégal, Côte d'Ivoire, Côte d'Or, Soudan, Cameroun, Congo, Madagascar, Cochinchine, Tonkin, Malaisie, Chine, Nouvelle-Calédonie, Bolivie, Venezuela, Brésil, Argentine, Chili.

Demander Notices en français, anglais, espagnol : **6, r. Camille-Desmoulins, Levallois-Perret (Seine).** Tél. : Pereire 04-32

Situation lucrative

agréable, indépendante et active

dans le Commerce ou l'Industrie, sans Capital

Pour faire travailler un ingénieur dans une usine, il faut vingt représentants apportant des commandes ; c'est pourquoi les bons représentants sont très recherchés et bien payés, tandis que les ingénieurs sont trop nombreux. Les mieux payés sont ceux qui ont des connaissances d'ingénieur, même sans diplôme, car ils sont les plus rares et peuvent traiter les plus grosses affaires. Pour une situation lucrative et indépendante de **représentant industriel, ingénieur commercial** ou, si vous préférez la vie sédentaire, de **directeur commercial** ; pour vous préparer rapidement, tout en gagnant, il faut vous adresser à

L'Ecole Technique Supérieure de Représentation et de Commerce

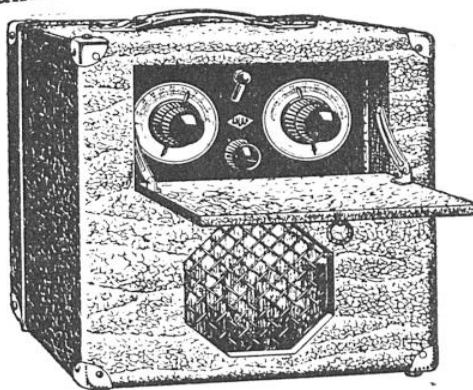
Fondée et subventionnée par " l'Union Nationale du Commerce Extérieur " pour la formation de négociateurs d'élite.

Tous les élèves sont pourvus d'une situation

L'Ecole T. S. R. C. n'est pas universelle, elle est spécialisée, c'est la plus ancienne, la plus importante en ce genre, la seule fondée par des hommes d'affaires qui sont les premiers intéressés à faire gagner de l'argent à leurs élèves en les utilisant comme collaborateurs, et qui, seuls, sont qualifiés pour décerner un diplôme efficace ; la seule de ce genre qui enseigne d'abord par correspondance les meilleures méthodes et qui perfectionne ensuite facultativement l'élève sur place en le faisant débiter sous la direction de ses professeurs, avec des gains qui couvrent ses frais d'études. Avant toute décision, demandez la brochure n° 66, qui vous sera adressée gratuitement avec tous renseignements, sans aucun engagement, à l'Ecole T. S. R. C.

58 bis, Chaussée d'Antin, PARIS

Placez ce joli meuble sur votre table, sous la tonnelle de votre jardin, sur la banquette du chemin de fer, sur le siège de votre auto, et instantanément, sans aucun accessoire, vous aurez une audition parfaite en haut-parleur des grandes émissions européennes de T.S.F. Le transport d'une pièce à l'autre, de l'appartement au jardin, le voyage en auto, en bateau ou dans le train n'interrompt même pas l'audition.



Dans son élégante et robuste ébénisterie, luxueusement gainée en véritable cuiroïd teinte mode et représentant le minimum d'encombrement (40×40 c/m), le SUPER-SNAP PORTATIF — SNAP 529 enferme tout ce qui est nécessaire à la réception en haut-parleur de tous les grands radio-concerts d'Europe: un *mutateur de fréquence à 5 lampes spéciales*, équivalant pour la portée, pour la *sélectivité* et la *puissance* au meilleur *sept-lampes*; son alimentation par *accus* et *piles 90 volts*; un *cadre* et un *diffuseur* intégrés dans l'ébénisterie même. Construction hors de pair et rigoureusement garantie avec du matériel de premier choix. — TOUT CE QUI SE FAIT DE MIEUX EN T. S. F. Regardez l'intérieur du SNAP 529 et vous comprendrez pourquoi

LE SNAP EST LE POSTE QUI DURE.

Le meuble formant à la fois, récepteur type "SUPER", diffuseur et cadre : 1.500 frs. Les 5 lampes spéciales : 245 francs. Les accus, la batterie de 90 volts et la pile de polarisation : 165 francs. Au lieu de 1.910 fr., l'ensemble : 1875 fr. en 15 versements de :

125^{fr}

BON DE SOUSCRIPTION

Ci-joint chèque ou mandat ou chèque-postal Paris 923-63 (rayer les mots inutiles) de 125 fr. pour souscription au SNAP 529 en ordre complet de marche tel qu'il est décrit ci-dessus. Je paierai même somme à réception (port en sus) et le solde en 13 mensualités de 125 francs.

Date et Signature
avec l'adresse très complète

6

Nouveau catalogue 6, franco sur demande

Adressez d'urgence ce bulletin à :



78, Rue J.-J. Rousseau
PARIS (1^{er})

ou à l'une de ses succursales :

SNAP - 131, rue Créqui - LYON
SNAP - 27, rue Neuve - MARSEILLE
SNAP - 37, rue d'Ornano - BORDEAUX
SNAP - 97, rue du Molinel - LILLE
SNAP - 1, quai Maire-Diétrich
STRASBOURG



ETABL^{ts} DU "FELRAX"
 SOCIÉTÉ A RESPONSABILITÉ LIMITÉE, CAPITAL 500.000 FRANCS
 Anciennement "ÉTABLISSEMENTS DU VÉRAX"
 Siège social : 44, rue de Lisbonne, PARIS-8^e
 Téléphone : Laborde 04-00.
 04-01, 04-02, 04-03, 04-04,
 04-05, 11-54, 11-55
 USINE à RUEIL (S.-et-O.)
 20, rue Masséna, 20
 Adresse télégraph. : RYDUTEY-PARIS

EXTINCTEURS D'INCENDIE à sec "VÉRAX"

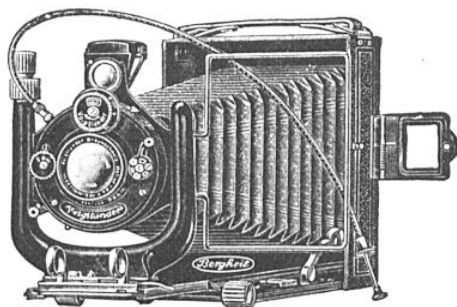
QUELQUES RÉFÉRENCES : Mines d'Aniche - Michelin et C^{ie} -
 Blanchisseries et Teintureries de Thaon - John Cockerill - Royal Dutch
 et Pacific Petroleum Company

Tous nos appareils sont approuvés par le Service des Mines

FOURNISSEURS : de l'Armée, du Régiment de Sapeurs-Pompiers
 de la Ville de Paris, des Chemins de fer de l'Etat, du Midi, du Nord,
 du Maroc et de plusieurs grandes villes françaises, etc., etc...

DR. JOSSE N. GIORGI

Simplification ! Une nouveauté



Voigtländer

Sur tous les appareils photographiques, les molettes de commande pour le décentrement horizontal et vertical sont disposées en des endroits différents, et cela est peu pratique, surtout lorsqu'on veut opérer avec la chambre placée dans le sens de la largeur.

Combien plus rationnelle est la disposition de ces molettes sur le nouvel appareil

BERGHEIL-VOIGTLÄNDER

puisqu'elles sont superposées au sommet de l'avant porte-objectif ! Que ce soit pour opérer en hauteur ou en largeur, les deux commandes sont à portée de la main ; donc, plus de mouvements acrobatiques du bras et de la main pour atteindre des boutons insaisissables.

FAITES-VOUS FAIRE UNE DÉMONSTRATION PAR VOTRE FOURNISSEUR

Envoi gratuit du catalogue

SCHOBER & HAFNER, 3, rue Laure-Fiot, ASNIÈRES (Seine)

UNE MAISON QUI SUIV SON MAITRE

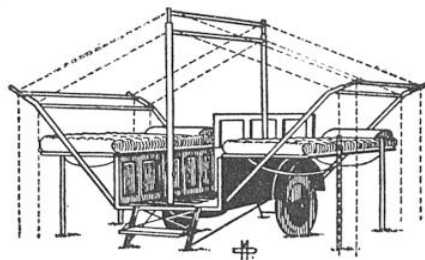
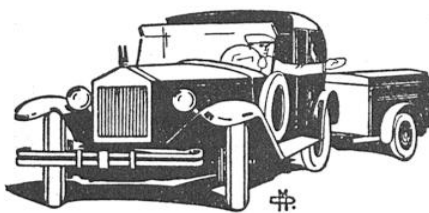
Le seul Camping
possible qui ne
peut être réalisé
qu'avec le



BREVETÉ EN
TOUS PAYS

3 Pièces

Armature
duralumin
Traction nulle
Réservoir d'eau
Chauffage
Lit à sommiers
élastiques



Traction nulle

■ ■ ■

LA PLAGE
■
L'EXCURSION
■
LA MONTAGNE
■
LES COLONIES
■



Plus d'humidité

■ ■ ■

DEUX USAGES

« STELLA »

Démunie de son
contenu, peut trans-
porter 500 kilos de
charge utile pour
livraison.

IMPERMÉABILITÉ ABSOLUE
NOMBREUSES RÉFÉRENCES MONDAINES

Envoi de la Notice illustrée franco en vous recommandant de La Science et la Vie
111, Faub. Poissonnière, Paris-9° ♦ Tél. : Trudaine 83-22

PRÉPAREZ DES VACANCES IDÉALES en commandant de suite...

LA MAISON DES RANDONNÉES



L'Aspirateur ERMA

PERMET LE DÉPOUSSIÉRAGE DES
TAPIS, PARQUETS, TENTURES, LITERIE, etc...

D'une GRANDE EFFICACITÉ et, malgré cela,
d'une grande douceur de mouvement, il fonctionne

SANS ÉLECTRICITÉ

A la ville comme à la campagne et de la cave au grenier,
il est donc toujours prêt à servir.

C'est un VÉRITABLE OUTIL de MÉNAGE, simple et robuste

AU COMPTANT

325 francs

A CRÉDIT

379 francs

— GARANTI CINQ ANS —

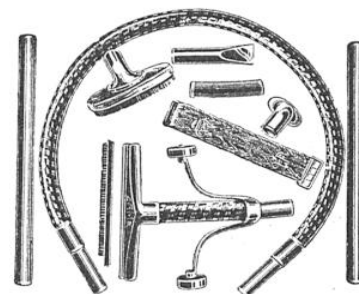
Voir la description page 428

NOMBREUSES RÉFÉRENCES

Demandez brochures franco à

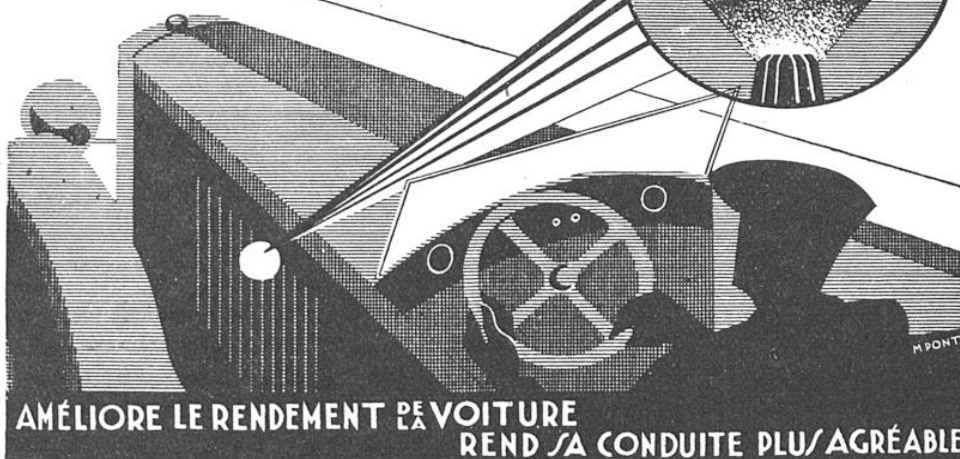
ERMA, 61, rue Damrémont, PARIS-18^e

Téléphone :
MARCADET 56-84



LE VAPORISEUR LE CARBONE

ATOMISE
ET
VAPORISE
L'ESSENCE



AMÉLIORE LE RENDEMENT DE LA VOITURE
REND SA CONDUITE PLUS AGRÉABLE

BREVETÉ EN FRANCE
ET A L'ÉTRANGER

"SOCIÉTÉ LE CARBONE", à Gennevilliers

NOTICE FRANCO
SUR DEMANDE



PHONOS OREOR

Ces trois appareils ont pour caractéristiques essentielles : la pureté du son et le cachet de leur présentation :

- 1^o Le Portable "TANAGRA" est un véritable appareil de luxe, au prix d'un appareil ordinaire.
- 2^o Le Coffret de Salon "ORESATOR", ébénisterie grand luxe, équipé avec diaphragme spécial Oreor et une boîte de résonance amplificatrice bois et métal, à grand développement, est d'une étonnante fidélité de reproduction. C'est le meilleur des coffrets de salon.
- 3^o Enfin, le Meuble "OREOLA" satisfait les plus difficiles par le volume et la netteté du son et par la sobre élégance de sa présentation.

L' "ORESATOR" et l' "OREOLA" se font à moteur mécanique ou électrique.

Franco, catalogue illustré de tous nos modèles, y compris les amplificateurs électriques.

Etabliss^{ts} OREOR, 8, rue de l'Ourcq, PARIS-19^e Téléphone : NORD 44-12



LA CACHETEUSE "MARC"

cachète **2.000 à 2.500** lettres
à l'heure par vaporisation de la
bande gommée.

PETIT **550 fr.** GRAND **675 fr.**
MODÈLE MODÈLE

QUELQUES RÉFÉRENCES :

AMIEUX FRÈRES (Conserves), à Nantes ;
BAILLY (Pharmacie de Rome), à Paris ;
BANQUE NATIONALE DE CRÉDIT, à Paris ;
BANQUE VASSEUR, à Paris ;
BINDS CHEDLER (Métaux), Plaine-St-Denis ;
CHENARD & WALCKER (Autos), Gennevilliers ;
C^{ie} PARISIENNE DE L'AIR COMPRIMÉ, à Paris ;
CRÉDIT DU NORD, à Paris ;
DELAGE (Autos) ;
EYQUEM (Bougies et access. autos), à Paris ;
GARDY (Appareils électriques), Argenteuil ;
GIBBS (Savons), à Paris ;
GRONDEL FRÈRES & C^{ie} (Entrep. gén.), Lille ;
HOUDAILLE (Amortisseurs), Paris-Levallois ;
INCROYABLE (Chaussures), à Paris ;
LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE, à Boulogne ;
L'ILLUSTRATION (Revue), à Paris ;
L'INTERMÉDIAIRE (Acc. Autos), à Paris ;
MANUF. DES GLACES ET PRODUITS CHIMIQUES
de St-Gobain, Chauny et Cirey ;
MARCHEL (Phares), à Paris-Neuilly ;
MARCHEL (Toiles cirées), à Lyon ;
MÉTALLURGIE FRANÇAISE, à Tours ;
PANHARD ET LEVASSOR (Autos), à Paris ;
PAPETERIES DE NAVARRE, à Paris ;
PEUGEOT (Autos) ;
TÉCALÉMIT (Spécialités Autos), à Paris ;
THOMSON-HOUSTON (Téléph.), à Paris ;
TOURING CLUB DE FRANCE, à Paris ; etc.

Notice et Références autographes franco

MARC

41, rue de Maubeuge
PARIS

Téléph. : Trudaine 75-72



Ceci
est nouveau par son principe, et
remarquable par ses résultats.
recharge automatique
des accus 4-40-80-120 volts

LES SOUAPES P.T.

rechargent automatiquement l'accu 4 volts
et l'accu 80 volts. Elles fonctionnent sur
tous secteurs à courant alternatif. Il suffit
de brancher l'appareil (voir figure ci-dessous)
sur une prise de courant lumière.

DERNIÈRE NOUVEAUTÉ

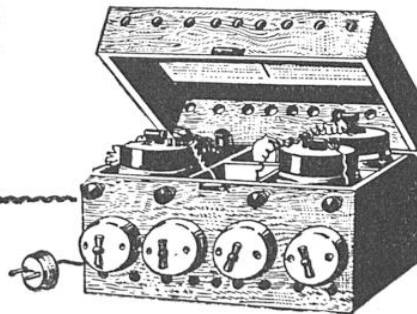
Notre dispositif le plus récent pour 40-80-120 volts est
remarquable de simplicité. Il ne comporte ni valves
fragiles, ni lampes régulatrices, ni vibreur, ni combi-
nateur, ni inverseur. Il suffit de le brancher au + et
au - de la batterie à charger. Il présente une stabilité
absolue sur les secteurs les plus irréguliers.

GARANTIES Tout appareil ne donnant pas satis-
faction est examiné et remis immé-
diatement, **sans frais**, en parfait état de fonctionnement.

Redresseur 4 volts, charge ou écoute, en tampon	140. »
Redresseur complet pour 4 volts	85. »
— — — 40-80 volts	146. »
— — — 40-80-120 volts ...	219. »
— — — 4-40-80 volts	278. »
— — — 4-40-80 et 120 v..	284. »

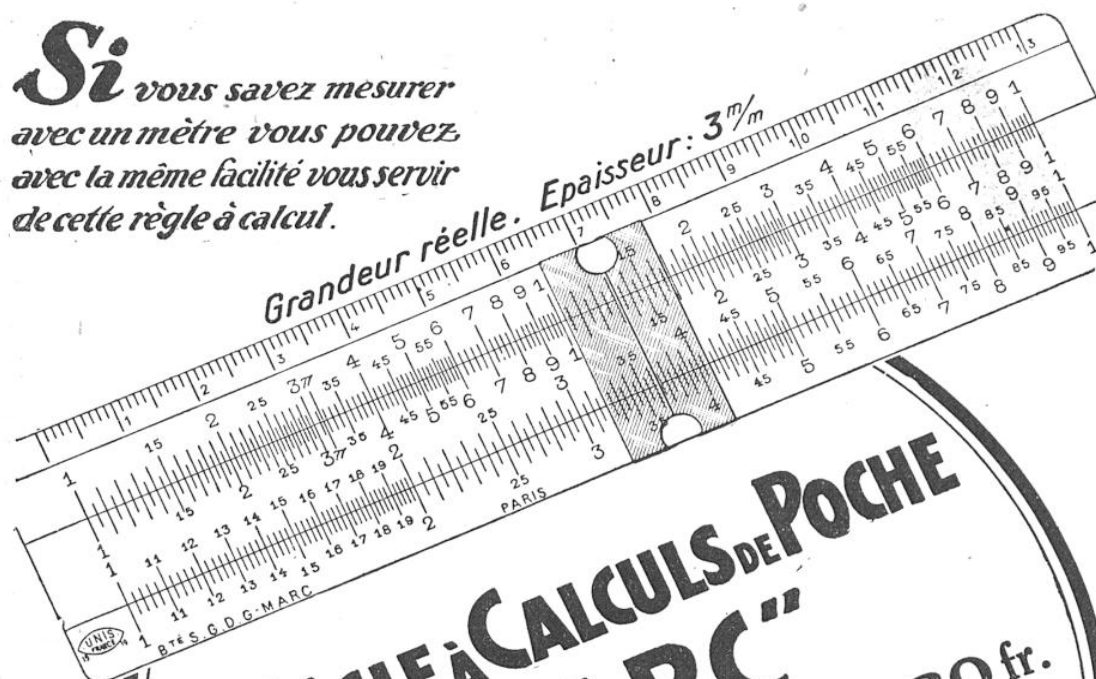
Notice franco sur demande — Nombreuses références

PACHE Mécanicⁿ-Electricⁿ (37 ans de pratique)
13, rue de la Mare, PARIS (20^e)
Chèques postaux : 1.177-04.



Dans votre intérêt, recommandez-vous toujours de *La Science et la Vie* auprès de ses annonceurs.

Si vous savez mesurer
avec un mètre vous pouvez
avec la même facilité vous servir
de cette règle à calcul.



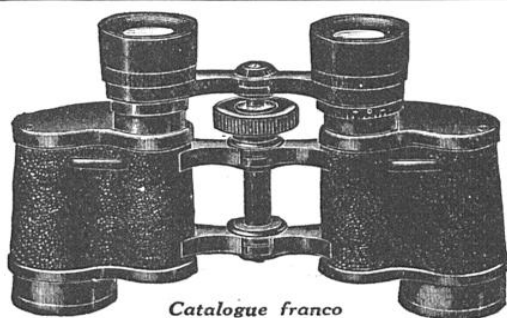
LA RÈGLE À CALCULS DE POCHÉ "MARC"

La règle en celluloïd, livrée avec étui peau 30 fr.
et mode d'emploi :

Elle est étudiée pour votre poche et aussi indispensable que votre stylo
.....

DÉTAIL : Maisons d'appareils de précision, Papetiers, Opticiens, Libraires

GROS :
CARBONNEL & LEGENDRE
FABRICANTS
12, rue Condorcet, PARIS (9^e)
Tél. : Trudaine 83-13



Catalogue franco
sur demande mentionnant "La Science et la Vie"

JUMELLES "HUET"
Stéréo - prismatiques
et tous instruments d'optique

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'OPTIQUE

76, boulevard de la Villette, PARIS

FOURNISSEUR DES ARMÉES ET MARINES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

EN VENTE CHEZ

TOUS LES OPTICIENS

Exiger la marque



R. C. SEINE 148.367



Pour remplacer l'accu
de votre poste
utilisez les nouvelles
lampes alternatives.

Pour supprimer
les piles 80 volts
utilisez les tableaux ou blocs tension-plaque.

Pour obtenir une meilleure amplification
utilisez les selfs SOLOR.

Pour remplacer les lampes détectrices
utilisez le détecteur CARBORUNDUM.

Toutes ces nouveautés sont visibles

au Stand **SOLOR-VERRIX** à la Foire
de Paris

et décrites dans

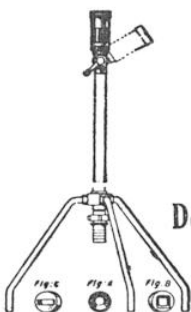
VERRIX-REVUE

(Envoi gratuit contre enveloppe timbrée)

Établissements **LEFEBURE**
64, rue Saint-André-des-Arts, Paris-6^e

L'ARROSEUR "IDÉAL" EG

Breveté S. G. D. G.



Est le plus moderne, ne
tourne pas et donne à
volonté l'arrosage en
carré, rond, rectangle,
triangle et par côté.

PRIX :

Depuis 25 fr. à 395 fr.

suivant numéros
et modèles

LE PISTOLET "IDÉAL" EG

Breveté S. G. D. G.

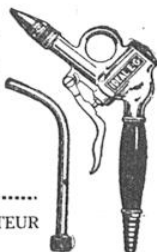
Donne tous les jets désirés pour
le lavage des autos, l'arrosage
des plantes de serre et usages
domestiques.

PRIX : 110 francs

NOTICES FRANCO SUR DEMANDE

E. GUILBERT, CONSTRUCTEUR

160, avenue de la Reine
BOULOGNE-SUR-SEINE - Téléph. : 632

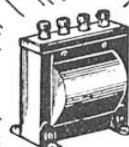
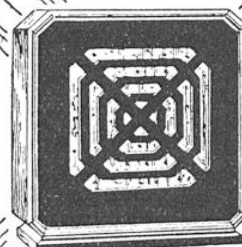


LE SUCCES DE **CEMA** S'AFFIRME CHAQUE JOUR



LE
DIFFUSEUR
DANTE

LE
DIFFUSEUR
SMART



TRANSFORMATEUR BF
BLINDE



CONDENSATEUR A
DEMULTIPLIEUR



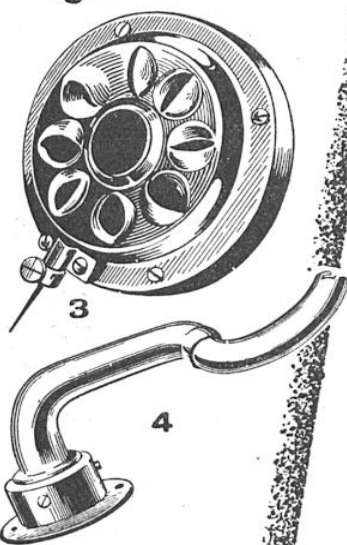
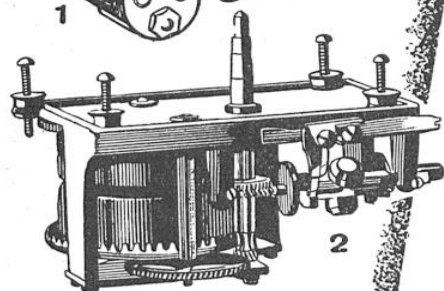
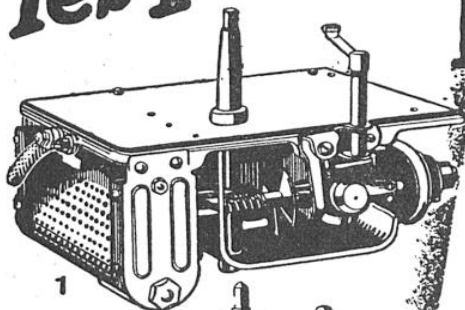
LE
HAUT-PARLEUR

STANDARD.C

236 AVENUE D'ARGENTEUIL
ASNIÈRES

les fabrications THORENS

LA MARQUE RÉPUTÉE



1. — Les moteurs électriques de phonographes, très pratiques, puisqu'ils suppriment le remontage, sont de construction robuste et sérieuse. Marchant sur tous les courants, alternatifs et continus, ils sont d'une grande régularité et insensibles aux fluctuations du courant. Nous fabriquons trois modèles.

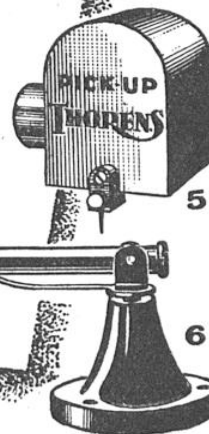
2. — Les moteurs « THORENS » à ressort sont connus dans le monde entier et équipent la majorité des phonographes de tous les pays. Ils sont un chef-d'œuvre de mécanique de précision, parfaitement réguliers et silencieux. Environ vingt-cinq modèles de toutes forces et de toutes formes, depuis l'extra-plat pour portatif au gros moteur pour meubles.

3. — Le diaphragme « Miraphonic », le meilleur reproducteur de phonographe, est déjà apprécié par tous ceux qui recherchent la bonne musique. Le « Miraphonic » reproduit toute la gamme musicale telle qu'elle a été enregistrée, sans déformation. Le son en est chaud, velouté et pur.

4. — Les bras pour phonographes sont basés sur un principe nouveau donnant au son un conduit rationnel. Ils sont prolongés par des pavillons amplificateurs spécialement étudiés et dont la sonorité est merveilleuse.

5. — Le pick-up « THORENS », pour la reproduction électrique des disques de phonographes, est d'une conception technique parfaite. Il donne, avec un bon amplificateur, des résultats surprenants. Très homogène, il est exempt de toutes vibrations mécaniques et rend la musique enregistrée dans sa plus grande pureté.

6. — Le bras de pick-up « THORENS » n'est qu'un soutien très pratique pour le pick-up, auquel il donne une grande souplesse. Un ressort compensateur empêche le pick-up de peser trop lourdement sur le disque.



Etab^{ts} HENRI DIÉDRICHS
13 . RUE BLEUE . PARIS .



LE CRAYON
CARAN
D'ACHE
A BONNE MINE !

4, rue de la Michodière, Paris.

T. S. F.
TUNGSRAM

LA LAMPE AU BARYUM MÉTALLIQUE

2, rue de Lancry. PARIS. Botzaris 26-70

DEMANDEZ LE CATALOGUE
contenant caractéristiques et
courbes de tous les modèles.



RONDELLES WEYDERT

AMORTISSEURS
en caoutchouc armé
BREVETÉS S. G. D. G.

Remplacent
les ressorts
de compression
Supportent
des pressions considérables sous un
petit volume

○○○

TURBINES HYDRAULIQUES

DE FAIBLE PUISSANCE

SYSTÈME MALLEVILLE - BREVETÉES S. G. D. G.

POUR FORTES PRESSIONS et FAIBLES DÉBITS

EXTRAIT des ESSAIS
au Conservatoire des Arts et Métiers

N° 1. 0,06 cv sous 40^m de chute et 0,5^{m³} à l'heure
N° 2. 0,71 cv — 60^m — 9^{m³} —
N° 3. 1,47 cv — 53^m — 18^{m³} —

H. WEYDERT

21, rue du Prêt-Wilson, Levallois (Seine)

POUR LOGER VOTRE AUTO



Le Garage et Constructions démontables

MODÈLE DÉPOSÉ **M. R. S.** BREVETÉ S. G. D. G.

Construit en fer et éverite
Incombustible et imputrescible

MODÈLES TYPES :

A. Longueur, 4 m.; Largeur, 2 m. 40. Frs : **2.825**
B. Longueur, 5^m40; Largeur, 3 m. 20. Frs : **3.800**
C. Longueur, 6^m10; Largeur, 4 m. 90. Frs : **5.900**

Se font en dix longueurs. Peuvent être employés pour tous autres usages

En même fabrication : Abri de jardin, Cabine de plage
Armoire, Vestiaire, Caisse à fleurs, etc...

Nos bâtiments, fournis avec semelles ciment armé, peuvent,
sans fondation, être montés sur n'importe quel terrain.

Se montent et se démontent avec une extrême facilité

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE ILLUSTRÉ

Établissements **SERVILLE & SES FILS**
VILLENEUVE-St-GEORGES (Seine-et-Oise) — Tél. : 207.

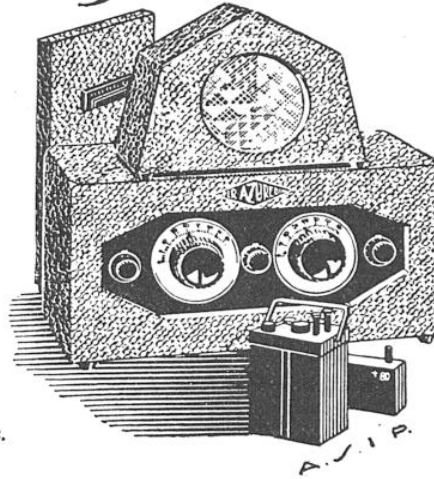
Visiter notre Stand à la Foire de Paris

AVEC LE *Super Azurédyne VI*

L'EUROPE SUR CADRE
EN HAUT-PARLEUR
AU COMPTANT:
1400 ^{FRS}

CONDITIONS SPÉCIALES
POUR VENTE À CRÉDIT

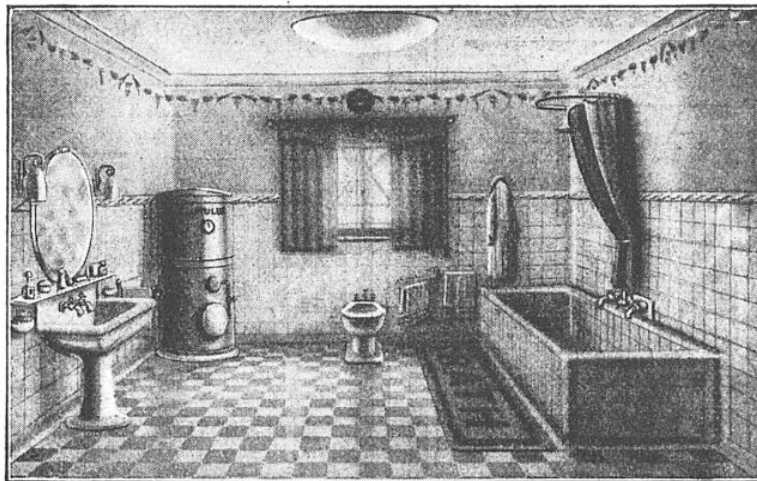
Ce poste est prévu pour pouvoir,
à l'aide d'une **simple fiche**, réaliser
l'amplification électrique de votre phonographe.



SOCIÉTÉ AZUREUM
13. Boulevard de Rochechouart. PARIS-9^e

TÉLÉPH.
TRUDAINE 48-33

“SAUTER”, l'incontestable marque de QUALITÉ

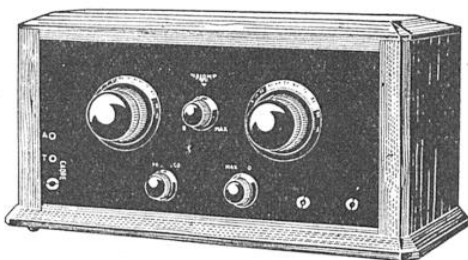


Les Chauffe-bains “CUMULUS” sont les appareils préférés des personnes
soucieuses de leur bien-être.

Procédés Sauter, S.A., Saint-Louis (H^t-Rhin)

DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE GÉNÉRAL POUR TOUS LES APPAREILS

JUNIOR PARM



Changeur de fréquence à 5 lampes

reçoit en haut-parleur sur cadre ou antenne courte les postes européens. — Aucun bobinage interchangeable. — Condensateurs à démultiplication. Gamme d'ondes : 200 à 2.800 mètres.

Éts PARM, 27, r. de Paradis, Paris-X^e

Tél. : Provence 17-28

NOTICE FRANCO

AGENTS DÉPOSITAIRES :

CHARTRES : MM. Massot et fils.
BORDEAUX : M. Menneret, 38, c. du Chapeau-Rouge.
CHATEAUNEUF-SUR-CHARENTE : M. Lafond.
ORAN : M. Aim Meyer, 38, boulevard Marceau.
CASABLANCA : M. Joly, 142, rue des Ouled-Harriz.
VEVEY (Suisse) : M. Chaudessolle, 1, rue du Château.

*recevez
les ondes courtes
avec
votre super*

votre super vous permet de recevoir des ondes normales de Broadcasting de 200 à 3.000 mètres. vous désirez recevoir les nombreuses stations qui émettent sur longueurs d'ondes de 10 à 200 mètres.

vous y réussirez

sans transformation de votre appareil et sur petite antenne (même intérieure)

et vous obtiendrez

en haut-parleur : Eindhoven, Java, Nauen, Pittsburg, Melbourne, etc., etc.

en employant devant votre super les postes

NOTICE
sur
demande



COMPTANT
CRÉDIT

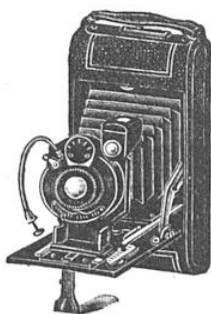
Établ^s DUJARDIN & CROZET

18, Avenue de la République PARIS - Tél. : Roquette 28-30
RUB J. BEJANNIN, PARIS

HERMAGIS

29, rue du Louvre, PARIS

OPTIQUE ET APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES



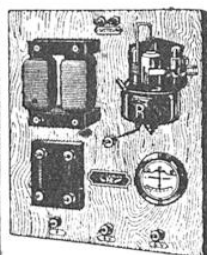
NOUVEAUX MODÈLES 1929

CATALOGUE SV franco sur demande

CHARGER soi-même ses ACCUMULATEURS
sur le Courant Alternatif devient facile
avec le

CHARGEUR L. ROSENGART

B. S. G. D. G.



MODÈLE N°3. T. S. F.

sur simple prise de
courant de lumière
charge toute batterie
de 4 à 6 volts sous 5 ampères

SIMPLICITÉ
SÉCURITÉ
ÉCONOMIE

Notice gratuite sur demande
21, Champs-Élysées, PARIS

TELEPHONE : ELYSEES 66 60

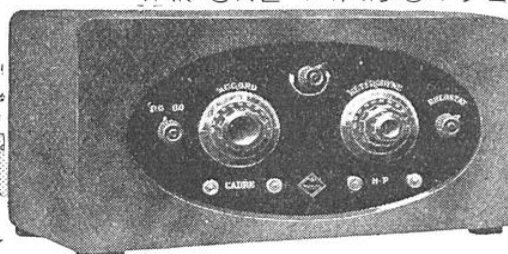
5 ANS D'EXPERIENCE
15.000 APPAREILS
EN SERVICE

Publicité H. DUPIN, Paris

MILDE-RADIO

VOUS OFFRE

UN APPAREIL DE QUALITÉ CONSTRUIT
PAR UNE MAISON SÉRIEUSE



LE STANDARD VI

/SUPER 6 LAMPE/ AU PRIX DE 700^{fr}

A tout Client passant Commande jointe à la présente annonce avant le 31 MAI,
il sera remis GRATUITEMENT un des accessoires suivants

- 1 ACCUMULATEUR 4 V., 30 A.H. • 1 PILE 90 V. Grande Capacité
- 1 DIFFUSEUR Haut Rendement

ENEZ L'ÉCOUTER 60, RUE DE RENAUDE / de 17^h à 19^h

“ RAPIDE ”

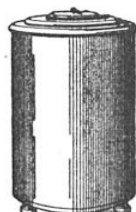
**Machine à Glace
Machine à Vite**

Glace en **UNE MINUTE**, à la main ou avec moteur

UN KILO DE GLACE EN 15 MINUTES
sous tous climats, à la campagne,
aux colonies, pays tropicaux, etc...



GLACIÈRES POUR INDUSTRIES, MÉNAGES ET TOUS COMMERCE
GLACIÈRES ÉLECTRIQUES-AUTOMATIQUES



**Glacières pour Laboratoires
“ OMNIA ”**

permettant d'obtenir de basses températures constantes avec une très faible consommation de glace. Indispensable dans tous laboratoires pharmaceutiques, industriels, etc...

**Machine à Glace
“ FRIGORIA ”**

produisant en 15 minutes
sous tous climats

1 kilogr. 500 de glace
en huit mouleaux
et glaçant crèmes et sorbets



OMNIUM FRIGORIFIQUE (Bureau Technique du Froid)
35, boulevard de Strasbourg, PARIS (Tél.: Provence 10-80) — Catalogue sur demande — R. C. 93.626

"Pygmy"

la nouvelle
lampe
de poche
à magnéto
inépuisable



Se loge dans une poche de gilet
dans le plus petit sac de dame

Poids : 175 gr.
Présentation de grand luxe
Fabrication de haute qualité
Prix imposé : **75 fr.**

Demandez Catalogue B à :
MM. MANFREDI Frères & C^{ie}
Av. de la Plaine, Annecy (H.-S.)
GENERAL OVERSEA EXPORT C^o
14, rue de Bretagne, Paris-3^e
Téléph. : Archives 46-95 Télég. : Genovieg-Paris

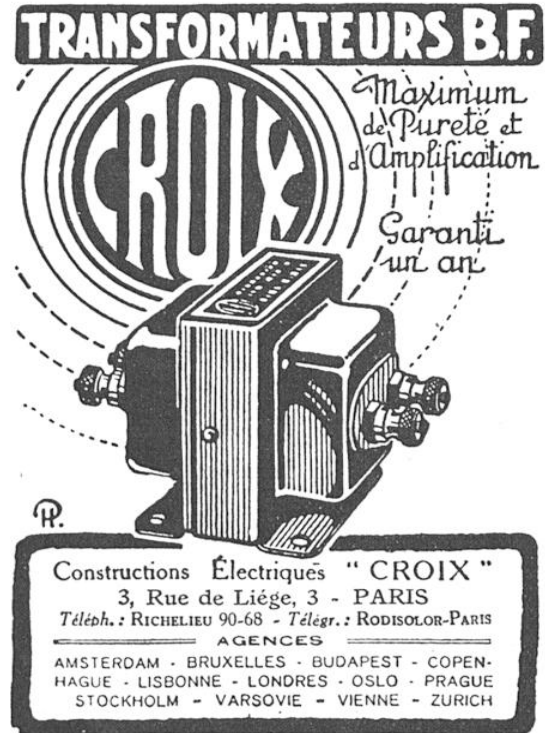
PUBL. JOSSE ET GIORGI

Concessionnaire pour l'Italie :
Roberto ULMANN, 1, Piazza Grimaldi, Genova 6

TRANSFORMATEURS B.F.

Maximum
de Pureté et
d'Amplification

Garanti
un an



Constructions Électriques "CROIX"
3, Rue de Liège, 3 - PARIS
Téléph. : RICHELIEU 90-68 - Télég. : RODISOLOR-PARIS

AGENCES

AMSTERDAM - BRUXELLES - BUDAPEST - COPENHAGUE - LISBONNE - LONDRES - OSLO - PRAGUE
STOCKHOLM - VARSOVIE - VIENNE - ZÜRICH

TOUT A CRÉDIT
Avec la garantie des fabricants
**PAYABLE EN
12 MENSUALITÉS**
appareils T.S.F.
appareils
photographiques
phonographes
motocyclettes
accessoires, auto
machines, écrire
armes de chasse
vêtements de cuir
Des Grandes Marques

meubles de bureau
et de style
orfèvrerie
garnitures de cheminée
carillons Westminster
aspirateurs et poussières
appareils d'éclairage
et de chauffage
Des Meilleurs Fabricants
CATALOGUE N° 27
FRANCO SUR DEMANDE

L'INTERMÉDIAIRE
17, Rue Monsigny, Paris
MAISON FONDÉE EN 1894

EXTINCTEURS

Dévisser... Appuyer... Pomper...
C'est vieux !!! C'est long !!!

"ASSURO"

**Extincteur pour
:: Automobiles**

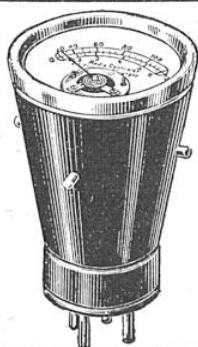
à déclenchement et fonctionnement automatiques, vous signale l'incendie, l'éteint tout seul, sans même vous obliger à arrêter votre voiture !

PARE-FEU
"ASSURO"

Le Premier Le Seul
Extincteur
se déclanchant sous
l'action du feu

Prix : 220 francs
Recharge : 25 francs
EN VENTE dans les bons Garages et
Maisons d'accessoires d'automobiles.





RADIO-ATELIERS

Spécialistes dans la construction de postes de T. S. F. LANCE SON

"Radio-Controller"

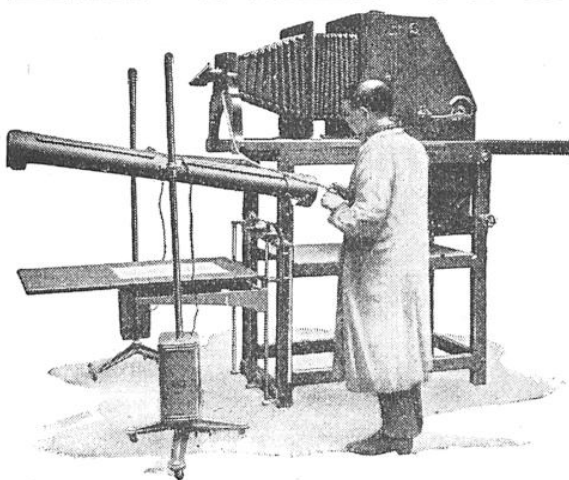
APPAREIL VÉRIFICATEUR DES POSTES DE T. S. F.

Il remplace le voltmètre - Evite de griller les lampes - Révèle les pannes
« AVEC LE "RADIO-CONTROLLER" TOUT LE MONDE S'Y CONNAIT EN T. S. F. »
(Voir la description dans ce numéro, page 432.)

PRIX IMPOSÉ : 89 frs ; c. remb. : 94 frs - Agents d. mandés pour toute la France et l'Etranger

Notices et renseignements sur demande RADIO-ATELIERS, 91, rue La Fayette, Paris-9^e

LE REPROJECTOR



donne directement et rapidement, sur le papier, donc sans clichés, des copies photographiques impeccables, en nombre illimité, de tous documents : dessins, plans, esquisses, pièces manuscrites, contrats, chèques, comptes courants, gravures, dentelles, tissus.

Il réduit ou agrandit automatiquement à l'échelle jusqu'à cinq fois ; photographie le document aussi bien que l'objet en relief ; utilise le papier en bobine aussi bien que la plaque sèche (le papier en bobine se déroule automatiquement devant l'objectif) ; projette les corps opaques aussi bien que les clichés sur verre. Simplicité de fonctionnement. Pas d'apprentissage spécial.

Avec le REPROJECTOR
vous réduirez votre personnel

en substituant le travail mécanique au travail manuel, dans vos services d'études, de documentation, de comptabilité.

DÉMONSTRATIONS, RÉFÉRENCES, NOTICES :

DE LONGUEVAL & C^{ie}, constructeurs, 17, rue Joubert, PARIS



UNE NOUVEAUTÉ INTÉRESSANTE
dans la recharge des accu

Les Etablissements "ASTRA" viennent de créer
un appareil automatique qui recharge simultanément les batteries de 4 et 80 volts, sans avoir à débrancher les accu ou le poste.
C'est le chargeur idéal pour l'amateur de T.S.F.

Nous construisons également des chargeurs automatiques pour automobiles.

Etabl^{ts} ASTRA, 51, rue de Lille, PARIS (Tél. : Littré 85-54)

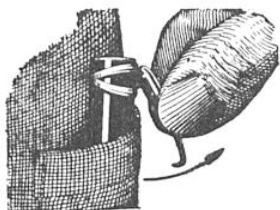
Prix : 250 fr.

NOTICE S SUR DEMANDE



RÉPUTATION MONDIALE

NE PERDEZ PLUS
VOS STYLOS

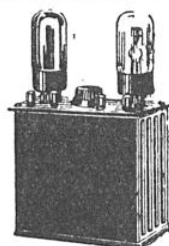


DEPUIS
4 fr.
en
"ARGENTUL"
INOXYDABLE

**PINCE ANTIVOL
"STYLOMINE"**

(Breveté S.G.D.G.)

VENDU CHEZ VOTRE PAPETIER
Gros : ZUBER, 2, rue de Nice, PARIS



**Ne laissez
à personne
le soin de
recharger
vos accus !**

LA SIMPLICITÉ DES

Redresseurs Ferrix

A LAMPES

PERMET DE FAIRE CETTE OPÉRA-
TION VOUS-MÊME ET CHEZ VOUS,
SANS BRUIT, SANS ODEUR, SANS
SURVEILLANCE ET SANS ENTRETIEN

*Ils se branchent comme une lampe
sans modifier aucune connexion*

LA SOCIÉTÉ

FERRIX - VALROSE - NICE

E. LEFÉBURE

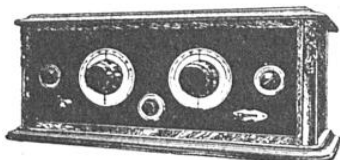
64, rue St-André-des-Arts, Paris-6^e

*Un nom qui est une garantie !
Des milliers de références dans le monde entier !*

Les Établissements LÉNIER

43, rue Magenta, ASNIÈRES (Seine)

Ancien officier radiotélégraphiste de la Marine
Ancien chef des Services de T. S. F. clandestine
en pays ennemi pendant la guerre



Spécialité d'Appareils de T.S.F.
pour la réception à grande distance

RENDEMENT FORMELLEMENT GARANTI
en Egypte, Turquie, Europe orientale, toute l'Europe,
Maroc, Syrie.

CRÉATEUR du célèbre Montage C.119

POSTES EN PIÈCES DÉTACHÉES COMPLETS
Résonance. Superhétérodynes.

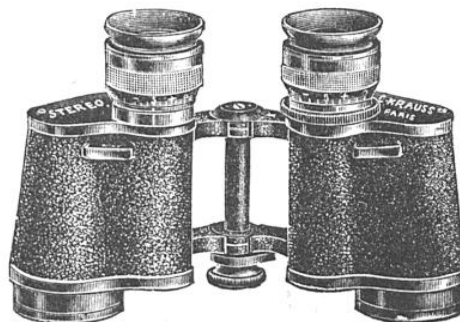
Fournisseur de l'Armée et de la Marine françaises; de la
Marine anglaise; des P. T. T. marocains; de Gouverne-
ments étrangers. — Références dans le monde entier.
CATALOGUES CONTRE 1 FR. 50 EN TIMBRES

N'achetez votre poste de T. S. F. qu'à des Spécialistes de la T.S.F.

SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS

KRAUSS

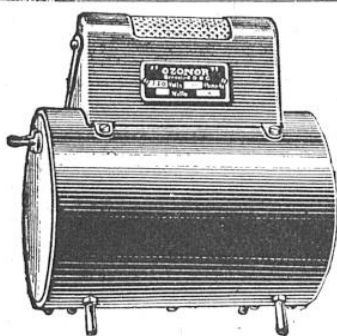
18-20, rue de Naples, Paris



**Jumelles à Prismes
Objectifs**

Appareils Photographiques

TARIFS ET CATALOGUES SUR DEMANDE



PURIFIEZ L'AIR QUE VOUS RESPIREZ

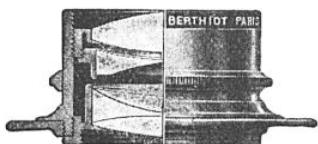
Pour 1 centime de l'heure

Vous pouvez assainir l'air dans votre habitation, en le purifiant avec

L'OZONOR

Dissipe les mauvaises odeurs — Détruit les germes de maladies
Fonctionne sur tous courants — NOTICE FRANCO

CAILLIET, BOURDAIS & C^{ie}, 12, rue St-Gilles, Paris-3^e. Téléph. : Turbigo 85-38
FOIRE DE PARIS, Groupe de l'Electricité, Hall 3, Stand 306



Objectif 30 M. Berthiot Flor. f. 4-5.

SOM

SOCIÉTÉ D'OPTIQUE ET DE MÉCANIQUE
DE HAUTE PRÉCISION

(Anciens Établissements Lacour-Berthiot)

TÉLÉMÈTRES à coïncidence et stéréoscopiques.

APPAREILS MILITAIRES DE TIR

PÉRISCOPES DE SOUS-MARINS

GÉODÉSIE - SISMOLOGIE

APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES

OBJECTIFS SOM-BERTHIOT

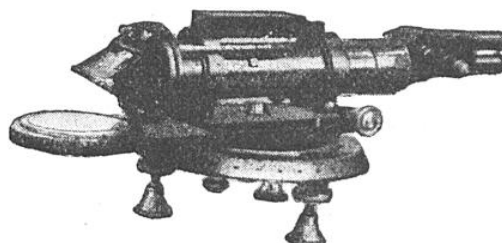
MICROSCOPIE

SOM

FOURNISSEURS DES MINISTÈRES FRANÇAIS GUERRE
ET MARINE ET DES GOUVERNEMENTS ÉTRANGERS

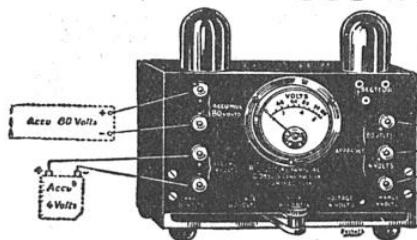
125 à 135, boulevard Davout, Paris-20^e

Notice S envoyée sur demande.



Astrolabe à prismes Claude Driencourt SOM.

PRIX COMPLET { 110 volts : 375 fr.
220 volts : 385 fr.



La manœuvre la voici.

FAITES DURER VOS ACCUMULATEURS

EN LES RECHARGEANT VOUS-MÊMES AVEC LE
Nouveau Redresseur LE FAMILIAL

Une seule manœuvre suffit

pour recharger les accu de 4, 40, 80 et
120 volts. Un **voltmètre** permet
de **SURVEILLER** les batteries.

AUCUN LIQUIDE CORROSIF

Georges DUBOIS, 8, rue Gambetta, Fourmies (Nord)

TRÉSORS CACHÉS

Toute Correspondance de Négociants, Banquiers, Notaires, Greffiers de paix et de Tribunaux, des années 1849 à 1880, renferme des Timbres que la Maison



Victor ROBERT, 83, rue Richelieu, Paris

paye à prix d'or

Fouillez donc vos archives

Renseignements et Catalogue Timbres-poste sont envoyés franco gratis à toute demande.

ACHÈTE CHER LES COLLECTIONS

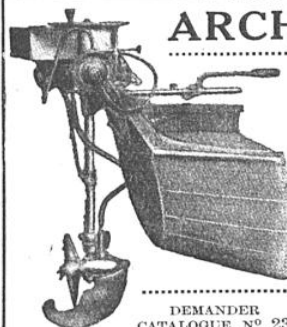
S. G. A. S. ingén. - Const^{rs} 44, rue du Louvre, Paris-1^{er}
Nos machines ont été décrites par « La Science et la Vie »



Qui que vous soyez (artisan ou amateur), VOLT-OUTIL s'impose chez vous, si vous disposez de courant lumière. Il forme 20 petites machines-outils en UNE SEULE. Il perce, scie, tourne, meule, polit, etc..., bois et métaux pour 20 centimes par heure.

SUCCÈS MONDIAL

PROPULSEURS ARCHIMÈDES



s'adaptant à tous Bateaux

2 1/2, 3 1/2, 5 et 7 HP
2 cylindres opposés

Sans trépidations
Départ 1/4 de tour

PÊCHE - CHASSE
PROMENADE - TRANSPORT
RIVIÈRES - LACS - MER

Nouveaux modèles perfectionnés adoptés dans TOUT L'UNIVERS

DEMANDER CATALOGUE N° 23

27, quai de la Guillotière, LYON

UTILISEZ VOS LOISIRS !

EN ÉTUDIANT SUR PLACE OU PAR CORRESPONDANCE

UNE LANGUE ÉTRANGÈRE

GARDINER'S ACADEMY

MINIMUM DE TEMPS
MINIMUM D'ARGENT
MAXIMUM DE SUCCÈS

DEMANDEZ AUJOURD'HUI ÉCOLE SPÉCIALISÉE
LA BROCHURE GRATUITE FONDÉE EN 1912

NOMBREUSES RÉFÉRENCES

19, B^D MONTMARTRE, PARIS-2^e

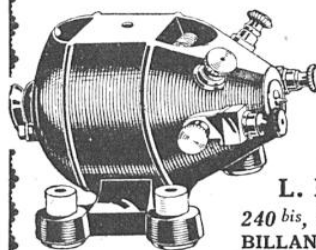
SEGMENTS CONJUGUÉS



Amélioration considérable de tous moteurs sans réaliser les cylindres ovalisés. - Suppression des remontées d'huile.

E. RUELLON, rue de la Pointe-d'Ivry, PARIS-13^e
Téléphone : Gobelins 52-48 R. C. 229.344

Le Microdyne



LE PLUS PETIT MOTEUR INDUSTRIEL DU MONDE

MOTEURS UNIVERSELS DE FAIBLE PUISSANCE

L. DRAKE, Constructeur
240 bis, Boulev. Jean-Jaurès
BILLANCOURT - Molitor 12-39

MOTEURS AMADOU A HUILE LOURDE

Industriels et Agricoles
Groupes Marins et Moto-Compresseurs

LES MEILLEURS

LES MOINS CHERS

Départ instantané à froid

Agent général : P. JOSSET, 98, avenue de Ceinture
ENGHIEN-LES-BAINS (S.-et-O.). Tél. 304

SAC PROTÈGE-VÊTEMENTS

BREVETÉ S. G. D. G.

"ANTIMIT"



SEUL MOYEN EFFICACE contre MITES et POUSSIÈRES

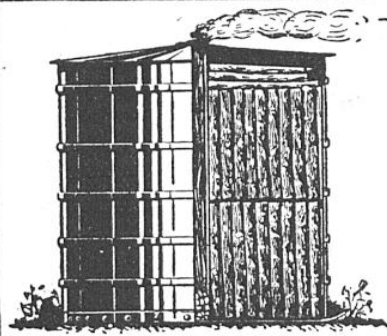
Prix imposé : **3 francs pièce**

En vente : grands magasins, bazars, etc.

Se méfier des imitations
Demandez le sac en papier blanc

SEULS CONCESSIONNAIRES :
Cie Fse Représentation et Commerce
5, rue de Montmorency, Paris (3^e)

Agents, Dépositaires demandés dans quelques régions.



ÉTS C. DELHOMMEAU, A CLÉRÉ (I.-&-L.)

◇◇◇◇◇

APPAREILS POUR LA FABRICATION ÉCONOMIQUE DU

CHARBON DE BOIS

Modèles 1 à 500 stères de capacité, à éléments démontables instantanément, pour la carbonisation de tous genres de bois : bois de forêts, débris de scierie, bois coloniaux, etc...

◇◇◇◇◇

FOURS FIXES EN MAÇONNERIE, 25 à 250 mètres cubes
FOURS POUR BOURRÉES, FIXES OU PORTATIFS

Catalogue S sur demande.

MONET GOYON

GRAND CHAMPION de la MOTOCYCLETTE

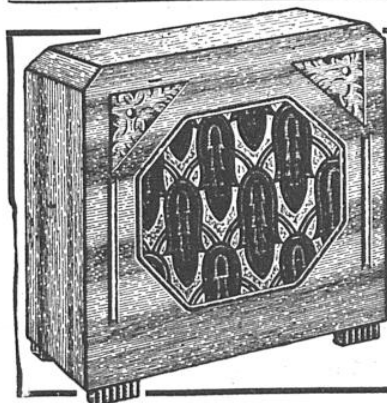
vous offre la gamme complète de ses modèles 1929 :

2 temps, moteur Villiers - 4 temps, moteur M.A.G.
qui ont fait leurs preuves,

remportant plusieurs centaines de victoires.
21 Grands Prix, 58 Records, 4 Championnats de France (175).

NOTICE FRANCO SUR DEMANDE

MONET-GOYON, 121, rue du Pavillon
MACON



Stardyne

LE PREMIER
DIFFUSEUR
DU MONDE

**Amplifiant, sans aucune déformation,
toutes les émissions vocales et musicales.**

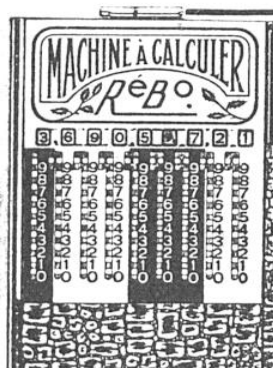
CAUSERIES, CHANT, CHŒURS, ORCHESTRE, SOLO, PIANO, VIOLON, etc.
Boîte de résonance tapissée du produit breveté "Amortyl" supprimant les vibrations-moteur, tenant les tensions de 500 à 600 volts.
Système de réglage breveté, rendant l'appareil absolument indérégable.

Tous les Diffuseurs "STARDYNE" sont garantis et, en cas de non-fonctionnement, échangés si les cachets de garantie sont intacts.

Modèles à 190 fr., 200 fr., 375 fr. et 450 fr.

DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE

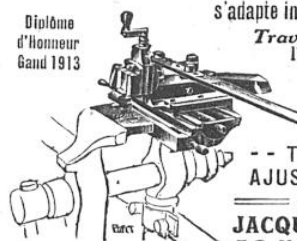
ÉTS STARDYNE, 3, rue Euryale-Dehaynin, PARIS (19^e) - Tél. Nord 38-44



Fait toutes opérations
Vite, sans fatigue, sans erreurs
INUSABLE — INDETACHABLE
En étui porte-
feuille, façon **40 fr.**
cuir
En étui portefeuille, beau
cuir : 65 fr. — **SOCLE**
pour le bureau : 15 fr. —
BLOC chimique perpé-
tuel spéc. adaptable : 8 fr.
Franco c. mandat ou rembours
Etrang., païem. d'av. port en sus
S. REYBAUD, ingénieur
37, rue Sénac, MARSEILLE
CHÈQUES POSTAUX : 90-63

LA RAPIDE-LIME

Diplôme
d'Honneur
Gand 1913



s'adapte instantanément aux ÉTAUX

Travaille avec précision
l'Acier, le Fer, la Fonte,
le Bronze
et autres matières

Plus de Limes!
Plus de Burins!

-- TOUT LE MONDE --

AJUSTEUR-MÉCANICIEN

NOTICE FRANCO

JACQUOT & TAVERDON

56-58, rue Regnault

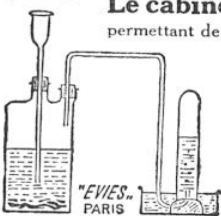
Paris (13^e)

LE PETIT CHIMISTE

(DÉPOSÉ)

Le cabinet de chimie scolaire

permettant de réaliser sans danger les travaux
pratiques de chimie élémentaire.



1^o Pour réactions à froid. 55. »
2^o — — chaud. 95. »

Notice gratuite sur demande.

Éts SEIVE (S.A.R.L.)

CONSTRUCTEURS

26, rue St-Gilles, PARIS

(VOIR DESCRIPTION DANS LE N^o DE DÉCEMBRE)

Les Études chez Soi

Spécialisées en toutes matières,
vous permettent d'obtenir rapidement
les Diplômes de

1. Comptable, Secrétaire, Ingénieur commercial.
2. Ingénieur, Electricien, Mécanicien, Chimiste, Géomètre, Architecte, Filateur.
3. Dessinateur artistique, Professeur de musique.
4. Agronome, Régisseur, Directeur de laiterie.
5. Licencié et Docteur en Philosophie, Lettres, Droit, Sciences physiques, sociales, etc., etc.

Demandez Catalogue général

INSTITUT PHILOTECHNIQUE (26^e année)

94, rue Saint-Lazare, Paris-9^e



Construisez vos récepteurs
AVEC LES

SEIFS A.P.

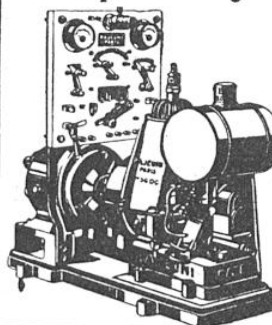
INTÉRIEURES, VARIABLES
SANS BOUTS MORTS

ELLES ASSURENT LE MEILLEUR RENDEMENT

EN VENTE PARTOUT

A. PLANCHON, const^r, 30 bis, place Bellecour, LYON
Notice T contre 0 fr. 50

Groupe électrogène ou Moto-Pompe RAJEUNI



Bien que minuscule, ce
Groupe est de la même
excellente qualité que les
autres appareils cons-
truits par les Etablis-
sements RAJEUNI.

Il comporte la perfection
résultant d'essais et ex-
périences continus.

La longue pratique de
ses créateurs se révèle
dans sa construction
simple et indéfectible.

Catalogue n^o 182 et rensei-
gnements sur demande.

119, rue Saint-Maur, 119
Paris-XI^e. Tél. Roq. 23-82

Protégez vos fabrications **ROUILLE**
..... contre la

PAR LA

PARKERISATION

EXIGEZ DE VOS FOURNISSEURS DES MARCHANDISES

PARKERISÉES

dont la durée sera illimitée

Société Continentale

PARKER

Société Anonyme

au Capital de 5.200.000 francs

42, rue Chance-Milly

à CLICHY (Seine)

Téléphone :

Levallois 13-75

ATELIER ANNEXE :

27, rue Würtz, Paris-13^e



MÉTALLISATION du fer
du bois
du ciment
des tissus
PAR PULVÉRISATION MÉTALLIQUE

S'adresser à SOCIÉTÉ NOUVELLE DE MÉTALLISATION, 26, rue Clisson, Paris (13^e). Téléphone : Gob. 40-63



FRIGIVITE

COCKTAILS
GLACÉS
SANS GLACE

FROID
IMMÉDIAT
Cocktails purs
et secs



AUTOGLACEUR

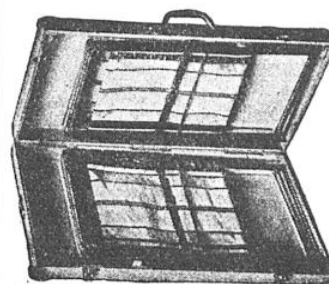
Le glaçon de poche

Boissons glacées sans glace

Froid immédiat

60 fr. EN VENTE PARTOUT - Notices sur demande

Etablissements FRIGIVITE
6, rue du Rocher, PARIS-8^e



La plus légère
La plus simple

FERMÉE
Dimensions :
69 × 40 × 11 cent.
Modèle depuis
225 » ET 290 »

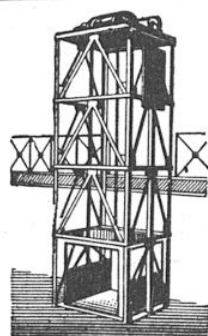
“LA TABLOTO”

MAGASIN DE VENTE | ATELIER
5, boulevard Victor | 99, rue d'Angoulême
PARIS

La plus stable
La plus robuste

OUVERTE
Dimensions :
69 × 80 cent.
Modèle depuis
305 » ET 325 »

NOTICE SUR DEMANDE



LE GARAGE MODERNE - L'ASCENSEUR MODERNE LE MONTE-CHARGE INDUSTRIEL

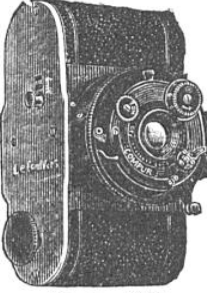
Étab. R. JOUASSAIN, 61, rue Pixérécourt, PARIS (20^e) - Tél. Ménil. 63-01

Monte-voitures, Passerelles roulantes, Plaques tournantes
Monte-charge, Ascenseurs, Ponts roulants, Treuils
Portiques roulants, Grues roulantes d'ateliers et de garages
Palans, Monorails, Tire-sacs

Constructeurs du monte-orchestre du « Paramount » et de l'ascenseur de la gare de Saint-Germain-en-Laye

Etab^{ts} MOLLIER
 67, rue des Archives, Paris
 Magasin de vente : 26, avenue de la Grande-Armée

Le "CENT-VUES"



Appareil photographique utilisant le film cinématographique normal perforé, par bandes de 2 mètres, soit 100 vues pouvant être projetées ou agrandies.

Nouveau modèle gainé, à chargement simplifié et muni d'un obturateur **Compur**.

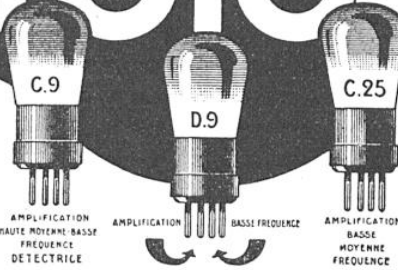
MODÈLE 1928

Prix de revient du cliché : 10 centimes

"L'ÉBLOUSSANT"
 Éclairage intensif pour **PATHE-BABY**

APPAREILS CINÉMATOGRAPHIQUES
 pour Familles, Enseignement, Patronages

LAMPES DE T.S.F.
FOTOS



AMPLIFICATION HAUTE MOYENNE BASSE FREQUENCE DETECTRICE
 C.9
 D.9
 C.25
 AMPLIFICATION HAUTE MOYENNE BASSE FREQUENCE
 NOUVELLE SÉRIE
 DE LAMPES DE RÉCEPTION A TRÈS FORTE ÉMISSION ÉLECTRONIQUE
 FABRICATION
GRAMMONT



PNEUS AUTO-AERO
CAOUTCHOUC MANUFACTURÉ
 UNIS - FRANCE

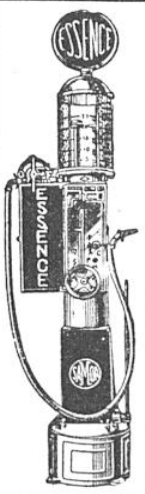
TOUTE L'ÉBONITE

- Bacs d'accumulateurs
- Planche noire marbrée gravée géométrique givrée, moirée
- Coffrets pour postes
- Bâtons, tubes
- Pièces moulées pour T. S. F., l'électricité, la soie artificielle et toutes industries

Etab^{ts} PALLADIUM
 SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 6.000.000 de francs
 Siège social et Usine :
 8, rue de la Grande-Ceinture, 8
ARGENTEUIL (S.-et-O.)

Adresse télégraph. : **Palladium-Argenteuil** Téléphone : **Wagram 99-61 Argenteuil 320**

Société Anonyme de Machines-Outils et Appareils divers
"LA SAMOA"
 Siège social : 17, rue Brey, Paris (17^e)
 R. C. SEINE 188.929



DISTRIBUTEURS D'ESSENCE fixes et mobiles

APPAREIL FIXE TYPE B. 7 à manœuvre électrique ou à main

Admis au poinçonnage par les Services des Poids et Mesures français et étrangers.

Agréé par le Syndicat général des Compagnies d'Assurances à primes fixes.

Téléphone : Wagram 75-20 — Télégr. : Samogas-Paris 74



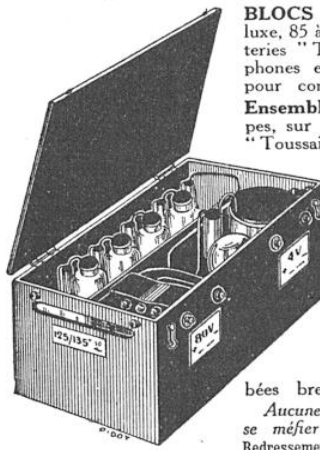
PRÉSERVEZ vos CONSTRUCTIONS DE L'HUMIDITÉ
 D'UNE MANIÈRE SIMPLE ET DURABLE
 AVEC LES PRODUITS ÉCONOMIQUES DE
L'ASSÈCHEMENT, SARREBOURG.41
 (MOSELLE)
 RENSEIGNEMENTS GRATUITS
PRÈS DE 40 ANS D'EXPÉRIENCE PRATIQUE
 R.C. SAVERNE 2518

**Joie !
Santé !
Vigueur !
Beauté
physique
pour vos
enfants**
 par
 le plus chic
 le plus
 passionnant
 des
 JOUEUX SPORTIFS



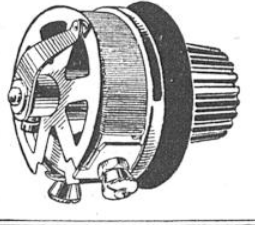
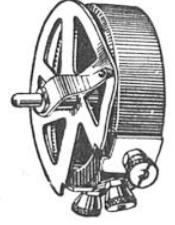
L'AUTO-AVIRON
 ANÈRE.F. 4, 4^{ue} Felix Faure, LYON

Savez-vous
 qu'il est aussi facile d'alimenter totalement votre
 poste de T.S.F. (4-40-80-120 volts et deux
 polarisations BF), même à 8 ou 10 lampes,
 qu'un simple radiateur ou fer à repasser ?



BLOCS alimentation totale,
 luxe, 85 à 250 volts, avec bat-
 teries "Tudor", type télé-
 phones et chemins de fer,
 pour continu et alternatif.
Ensembles récepteurs 6 lam-
 pes, sur cadre, "Ducretet",
 "Toussaint", "Tudor", à
 1.950 fr. net, en
 ordre de marche.
Table-alimen-
tation totale 4-
 120, compl. avec
 accus, 850 fr., re-
 cevant postes de
 toute marque.
Contacts tanta-
 le-plomb entière-
 ment sous huile.
Electrodes tu-
 bées brevetées S. G. D. G.
 Aucune licence accordée :
 se méfier des contrefacteurs.
 Redressement des deux alternances.
 Recharge rapide : 48 heures pour 3 francs et un mois de service.
 Uniquement l'appareil sérieux et techniquement parfait
Soupape réclame (limité) : 8 fr. franco, complète sauf vase.
R. TOUSSAINT, invent^r, 14, rue Paul-Déroulède
 Tél. : 43 BOIS-COLOMBES (Seine) Ch. post. : 234-86 Paris

Ne demandez pas un rhéostat !...
EXIGEZ
un REXOR (BREVETÉ tous pays)
 C'est une fabrication GIRESS
 Mieux que la publicité, un essai vous convaincra !
 Catalogue général SV franco
GIRESS 40, boul. Jean-Jaurès, CLICHY (Seine)
 Téléphone : Marcadet 37-81
 Pour la Belgique : J. DUCOBU, 69, rue Ambiorix, LIÈGE



TIMBRES - POSTE

Colonies françaises et Pays divers

Prix courant gratis, contenant nombreuses occasions en séries, paquets et timbres à la pièce.

Pierre CHAYLUS
140, boul. Richard-Lenoir, Paris (11^e)



TIMBRES-POSTE AUTHENTIQUES DES MISSIONS ÉTRANGÈRES

Garantis non triés, vendus au kilo
Demandez la notice explicative au
Directeur de l'Office des Timbres-
Poste des Missions, 14, rue des Re-
doutes, TOULOUSE (France).
R. C. TOULOUSE 4.568 A

MANUEL-GUIDE GRATIS
INVENTIONS
BREVETS, MARQUES, Procès en Contrefaçon

H. Boettcher Fils
Ingénieur - Conseil PARIS
21, Rue Cambon

T.
S.
F.

E^{ts} V. M. M., 11, r. Blainville, Paris (V^e)

POSTES A GALÈNE
depuis 60 fr.

POSTES A LAMPES
toutes longueurs d'ondes

Pièces détachées

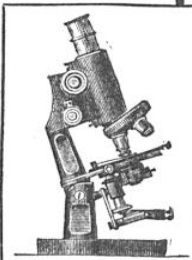
APPAREILS SCIENTIFIQUES

NEUF ET OCCASION

Matériel de Laboratoire, Produits chimiques

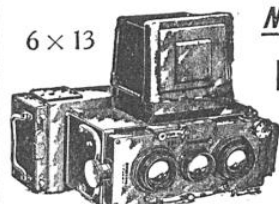
Microtome GENAT

Notices gratuites T et S - Cat. gén. 1 fr.25



Microscope V. M. M.

6 x 13



NOUVEAUTÉ !!!

L'ONTOSCOPE

APPAREIL
PHOTOGRAPHIQUE
à RÉFLEX, de
même conception que
les ONTOSCOPES
précédents.

Avec ses derniers perfectionnements ultra-modernes, s'imposera auprès de la nombreuse clientèle.

CATALOGUE SUR DEMANDE

Étab^{ts} G. CORNU, 7, 9, rue Juillet, PARIS-20^e

Tél. : Roquette 01-13



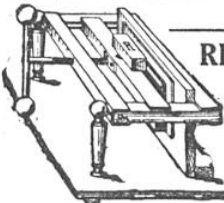
PLIANT "VIDI"

à
LOUPE
focale
permanente

BREVETÉ
FRANCE et ÉTRANGER

PARIS-14^e

1, Rue Maison-Dieu



RELIER tout SOI-MÊME

est une distraction
à la portée de tous

Demandez l'album illustré de
l'Outillage et des Fournitures,
franco contre 1 fr. à

V. FOUGERE & LAURENT, à ANGOULÊME

Pour parler Anglais

ESPAGNOL, ALLEMAND, etc., il
faut entendre souvent les mêmes mots
et phrases, afin d'acquérir l'éducation
de l'oreille. Seul, le phonographe per-
met ces répétitions multiples.

Demandez aux

ÉCOLES INTERNATIONALES,

10, av. Victor-Emmanuel-III, Paris (8^e),
tél. Elysées 24-57, la brochure A, adressée
gratis avec le prix des cours. Vous y ver-
rez les avantages de la Méthode I. C. S.
(Internat. Correspondence Schools) et
comme il est facile d'apprendre chez soi à
parler, lire et écrire couramment une lan-
gue étrangère. Démonstration gratuite.

Demandez aussi les brochures explicati-
ves A C Commerce et A E Electricité.

Nous enseignons partout où le facteur
passe; nous comptons près de quatre
millions d'élèves dans le monde entier.

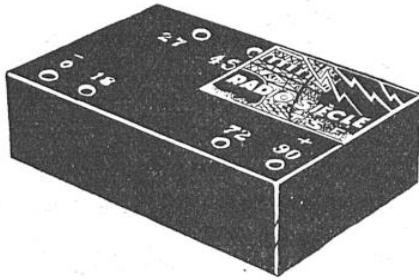
Bureaux à : LYON, 70 bis, rue Bossuet;
MARSEILLE, 21, rue Paradis,
NANCY, 10, rue Claudot.

INVENTIONS ET RÉALISATIONS FINANCIÈRES

SOCIÉTÉ D'ÉTUDE ET DE VALORISATION EN PARTICIPATION

2, rue d'Athènes, 22 - PARIS (9^e) — Téléphone : Gutenberg 65-34 et Central 96-13

Brevets d'invention en France et à l'Étranger. — Toutes opérations relatives à la Propriété industrielle. — Négociation des brevets. — Valorisation des inventions. — Recherche de capitaux. — Constitution de Sociétés industrielles.

**POUR VOTRE 6 LAMPES**

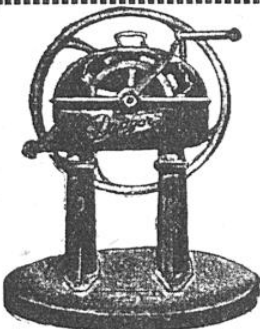
DEMANDEZ A VOTRE FOURNISSEUR

La pile 90 volts M-80 RADIO-SIÈCLE

Débit : 30 milliampères

Prix : 104 fr. Vous serez surpris de sa durée**Cie Industrielle d'Appareillage Radio-Électrique**

27, rue des Sablons, Châtenay-Malabry (Seine). Tél. 192 Sceaux

**DRAGOR**

Elévateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds

A la main et au moteur. - Avec ou sans refoulement. - L'eau au premier tour de manivelle. - Actionné par un enfant à 100 mètres de profondeur. - Ingelabilité absolue. - Tous roulements à billes. - Pose facile et rapide sans descente dans le puits. Donné deux mois à l'essai comme supérieur à tout ce qui existe. - **Garanti 5 ans**

Elévateurs **DRAGOR**
LE MANS (Sarthe)

Voir article, n° 83, page 446.



Quand vous avez chez vous la lumière électrique vous pouvez aussi avoir du Feu sans dépense supplémentaire de courant par l'**Allumoir Electrique Moderne**

Appareil breveté. En vente chez tous les Electriciens. Demander NOTICE franco, au Constructeur du "WIT" 61, Rue Belloc, LYON.

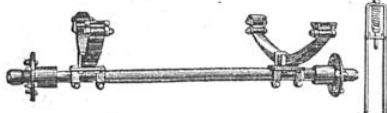
LUTETIA MODÈLES 1929

GROUPES AMOVIBLES POUR TOUS USAGES de 12 à 55 kilomètres à l'heure
GROUPES FIXES LÉGERS
CANOTS LÉGERS à GRANDE VITESSE
CANOTS DE PROMENADE 5 à 6 places



M. ÉCHARD, Ingénieur-Contr., 31, boulevard de Courbevoie
Tél. : MAILLOT 15-51 NEUILLY-SUR-SEINE

INDUSTRIELS, COMMERÇANTS, AGRICULTEURS, TOURISTES,
Montez vous-mêmes la remorque dont vous avez besoin avec une garniture **DURAND**.

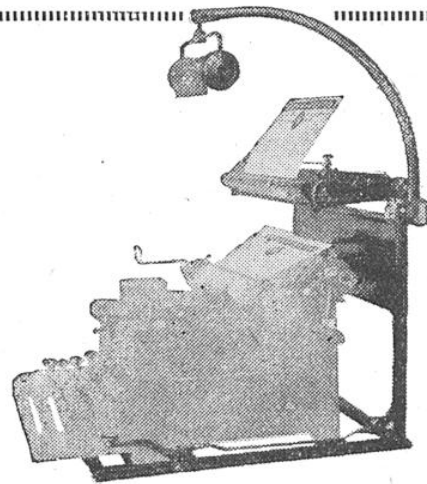


N° 1 charge utile	250 kgs.	pour Roues Michelin	4 trous
N° 2	500	—	4
N° 3	1.000	—	6
N° 4	1.500	—	8

ÉMILE DURAND

80, Avenue de la Défense, COURBEVOIE (Seine)

Téléphone : Défense 06-03

**Le PORTE-COPIES ROLITHO**

NOTICE FRANCO SUR DEMANDE

ROLITHO

St-Mars-la-Brière (Sarthe)

RÉGION — **FORTIN** — 59, RUE DES PETITS-CHAMPS

LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX

*Documentation la plus complète et la plus variée***EXCELSIOR**

GRAND QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

PARIS, SEINE, SEINE-ET-OISE ET SEINE-ET-MARNE . . .	Trois mois	20 fr.
	Six mois	40 fr.
	Un an	76 fr.
DÉPARTEMENTS ET COLO- NIES	Trois mois	25 fr.
	Six mois	48 fr.
	Un an	95 fr.
BELGIQUE	Trois mois	36 fr.
	Six mois	70 fr.
	Un an	140 fr.
ETRANGER	Trois mois	50 fr.
	Six mois	100 fr.
	Un an	200 fr.

SPÉCIMEN FRANCO
sur demande

En s'abonnant **20, rue d'Enghien**,
par mandat ou chèque postal
(Compte 5970), demandez la liste et
les spécimens des

PRIMES GRATUITES
fort intéressantes**DIMANCHE-ILLUSTRÉ**

SPÉCIMEN FRANCO SUR DEMANDE
20, Rue d'Enghien, PARIS



MAGAZINE ILLUSTRÉ EN COULEURS
POUR LES GRANDS ET LES PETITS
AMUSANT - DOCUMENTAIRE - INSTRUCTIF
16 pages - PRIX : 50 cent.

**ABONNEMENTS**

	3 mois	6 mois	1 an
France, Colonies et Régions occupées.	6 frs	12 frs	24 frs
Belgique	9 frs	18 frs	35 frs
Etranger	15 frs	28 frs	55 frs

Grande pompe domestique

**Pompes centrifuges**
B. J. M.

BERGER & MARTIN
19, rue de la Réunion
PARIS-20^e
Tél. : Roq. 79-44

CATALOGUE ET DEVIS
SUR DEMANDE

R. C. SEINE 85.862

Appareils Électriques RAY-SOL

Maison et Marque françaises

GÉNÉRATEURS de HAUTE FRÉQUENCE
à Rayons Violets et Ultra-Violets

MODÈLES PROFESSIONNELS ET FAMILIAUX
recommandés par les Médecins contre Rhumatismes,
Varices, Obésité, Anémie, Insomnies, Dartres et Eczémas,
Névralgies, et en général contre tous les troubles de
circulation et de nutrition.

Indispensables aux Infirmeries d'Usines pour guérison
rapide des Plaies, Contusions, Foulures, etc.

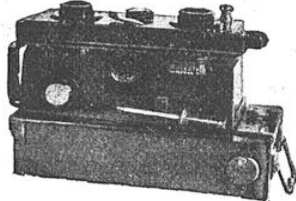
12 ANS DE RÉFÉRENCES MÉDICALES

Notices SV sur demande

64, RUE D'ORSEL, PARIS (18^e)

VÉRASCOPIES J. RICHARD

Modèles 45×107, 6×13, 7×13



Le plus copié parce que le Meilleur

POUR LES DÉBUTANTS
LE GLYPHOSCOPE

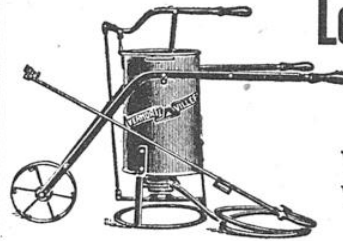
Formats 45×107 et 6×13

POUR LES DILETTANTES
L'HOMEOS
Appareil stéréoscopique permettant de faire 27 vues sur pellicules, se chargeant en plein jour.

CATALOGUE B SUR DEMANDE

Étab^{ts} J. RICHARD, 25, rue Mélingue, Paris
Magasin de vente : 7, rue La Fayette (Opéra)

BLANCHIMENT - DÉSINFECTION
par le BADIGEONNEUR MÉCANIQUE



Le PRESTO

Établissements
VERMOREL
VILLEFRANCHE
(Rhône)

DUPLICATEURS Plats
CIRCULAIRES, DESSINS, MUSIQUE, ETC. Rotatifs



1^{er} PRIX du CONCOURS
GRAND PALAIS

IMITATION PARFAITE sans auréole huileuse
de la **LETTRÉ PERSONNELLE**

Notices A. B. à
G. DELPY, Const^t, 17, rue d'Arcole, Paris-4^e

La femme moderne
qui veut être au courant
de tout ce qui se fait
de tout ce qui se porte

est une lectrice
de

NOS LOISIRS

Des contes, des articles, une
sélection de modes de la grande
couture font, de cette publica-
tion luxueusement illustrée,
la plus élégante revue fami-
liale française.

.....
PRIX DU NUMÉRO :
4 francs

L'AGRICULTURE NOUVELLE

REVUE ILLUSTRÉE BIMENSUELLE
PARAISANT
LES 2^e ET 4^e SAMEDIS DE CHAQUE MOIS

Elle enseigne les méthodes les plus
modernes et les plus économiques
applicables à

**TOUTES LES CULTURES et à
TOUS LES ÉLEVAGES.**

Êtes-vous embarrassé sur une ques-
tion de législation rurale, de médecine
vétérinaire ou toute autre concer-
nant l'agriculture ? Consultez-la, elle
vous répondra gratuitement dans ses
rubriques spéciales.

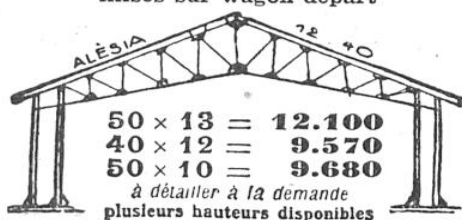
*Le numéro de 32 pages, abondamment
illustrées, sous couverture en couleur*
En vente partout : 75 centimes

ABONNEMENTS
Un an... .. 18 fr. | Six mois... .. 9 fr.
à l'Administration,
18, rue d'Enghien, Paris (10^e)

OCCASION

CHARPENTES MÉTALLIQUES ÉTAT NEUF

mises sur wagon départ



GANIER, 2 bis, Route d'Orléans, BAGNEUX (Seine)



TIMBRES DES MISSIONS

Au kilo, par paquets de 500, 250, 125 grammes. Beaucoup d'Afrique du Nord. Notice gratis. Bien des kilos. Annonces ordinaires. "Timbres Missions". Boîte 268, Casablanca.



CHIENS DE TOUTES RACES

de garde et policiers jeunes et adultes supérieurement dressés. Chiens de luxe et d'appartement. Chiens de chasse courants. Râliers. Enormes chiens de trait et voitures, etc.

Vente avec faculté échange en cas non-convenance. Expéditions dans le monde entier. Bonne arrivée garantie à destination.

SELECT-KENNEL, Berchem-Bruxelles (Belgique) Tél.: 604-71

DIMANCHE-AUTO

automobile service tourisme

TOUT
ce qui intéresse l'automobiliste !
TOUT
ce qui peut lui être utile !

DIMANCHE-AUTO
instruit
défend
renseigne

20 pages - 5.500 lignes de texte
60 illustrations ou cartes

En vente partout le samedi : 1 franc

SPÉCIMEN FRANCO SUR DEMANDE
13, rue d'Enghien, 13 - PARIS-10^e

INVENTEURS

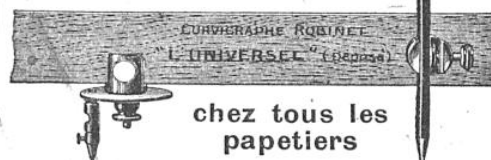
Pour vos
BREVETS

Adresser à: WINTHER-HANSEN, Ingénieur-Conseil
35, Rue de la Lune, PARIS (2^e) Brochure gratis!

GROUPE FINANCIER s'intéresse à achat ou exploitation de toutes **INVENTIONS OU DÉCOUVERTES NOUVELLES** susceptibles de donner des rapports. — Ecrire à *La Financière Commerciale et Industrielle, Département M. L., 5, rue Dumont-d'Urville, Paris-16^e.*

NOUVELLE PRISE DE COURANT
à pose instantanée **RAYO**, brevet mondial
Sans dénuder ni abîmer les fils
FLEURS LUMINEUSES EN GROS
Voir à la FOIRE de PARIS, stand 517, hall 5, électricité
Ag. excl. ou dépositaires demandés France et Étranger,
ou vente du brevet ou licence d'exploitation.
Inv.-Fab' **RAYO**, 87, rue de la Convention, PARIS

COMPAS A VERGE



chez tous les
papetiers
SE PLACE SUR TOUTES LES RÈGLES
On céderait le Brevet
ROBINET, 5, rue Albert-1^{er}, ASNIÈRES (Seine)

LE MEILLEUR
ALIMENT MÉLASSÉ

4 GRANDS PRIX
4 HORS CONCOURS
MEMBRE DU JURY
DEPUIS 1910

PAIL'MEL

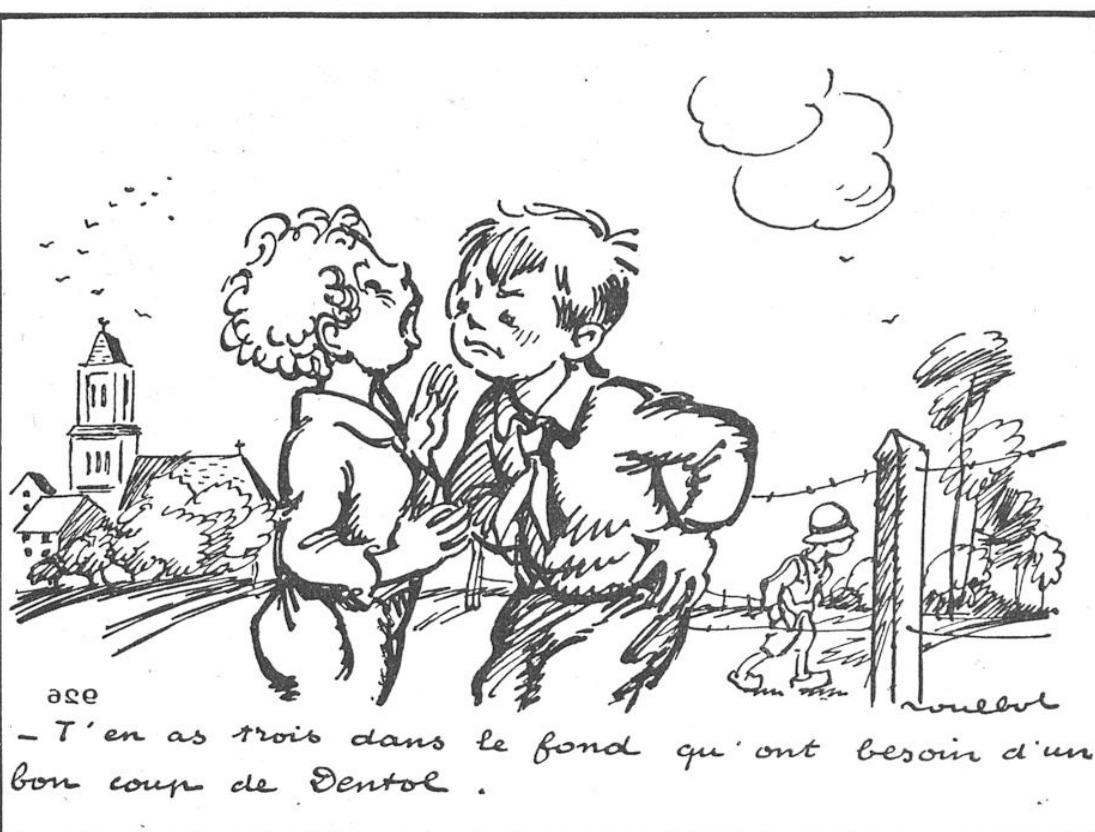


POUR CHEVAUX
ET TOUT BÉTAIL

USINE FONDÉE EN 1901 À TOURY 'EURE & LOIR,
Reg. Comm. Chartres B. 41

LA SCIENCE ET LA VIE

est le seul Magazine de Vulgarisation
Scientifique et Industrielle



Le DENTOL (eau, pâte, poudre, savon) est un dentifrice à la fois souverainement antiseptique et doué du parfum le plus agréable. — Créé d'après les travaux de Pasteur, il raffermi les gencives. En peu de jours, il donne aux dents une blancheur éclatante. Il purifie l'haleine et est particulièrement recommandé aux fumeurs. Il laisse dans la bouche une sensation de fraîcheur délicieuse et persistante.

Le **DENTOL** se trouve dans toutes les bonnes maisons vendant de la parfumerie et dans toutes les pharmacies.

Dépôt général : Maison FRÈRE, 19, Rue Jacob, Paris

CADEAU Il suffit de retourner à la MAISON FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris (6^e), la présente annonce de *La Science et la Vie*, sous enveloppe affranchie à 0 fr. 50, en indiquant lisiblement son nom et son adresse, pour recevoir gratis et franco un échantillon de **Dentol**.

R. C. SEINE 124.350

INSTITUT DE MÉCANIQUE & D'ÉLECTRICITÉ PAR CORRESPONDANCE

DE

l'Ecole du Génie Civil

(25^e année) 152, avenue de Wagram, PARIS-17^e (25^e année)

Les prix comprennent la fourniture des cours, des devoirs et leur correction

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

DIPLOMES D'APPRENTIS ET OUVRIERS

Arithmétique, géométrie, algèbre (Notions). — Dessin graphique. — Technologie de l'atelier. — Ajustage.
Prix de cette préparation 185 fr.

DESSINATEURS ET CONTREMAITRES D'ATELIER

Arithmétique. — Algèbre. — Géométrie pratique. — Notions de physique et de mécanique. — Éléments de construction mécanique. — Croquis coté et dessin industriel. — Technologie.
Prix de la préparation 325 fr.

CHEFS D'ATELIER ET CHEFS DE BUREAU DE DESSIN

Arithmétique. — Algèbre. — Géométrie. — Trigonométrie. — Physique. — Mécanique. — Résistance des matériaux. — Règle à calcul. — Construction mécanique. — Outillage et machines-outils. — Croquis coté et dessin industriel.
Prix de la préparation 600 fr.

SOUS-INGÉNIEURS DESSINATEURS ET SOUS-INGÉNIEURS D'ATELIER

Compléments d'algèbre et de géométrie, de résistance des matériaux, de construction mécanique. — Cinématique appliquée. — Règle à calcul. — Electricité industrielle. — Machines et moteurs.
Prix de cette préparation 800 fr.

INGÉNIEURS DESSINATEURS ET INGÉNIEURS D'ATELIER

Éléments d'algèbre supérieure. — Mécanique théorique. — Mécanique appliquée. — Résistance des matériaux. — Usinage moderne. — Construction mécanique. — Règle à calcul. — Construction et projets de machines-outils. — Machines motrices. — Croquis coté. — Dessin industriel. — Electricité.
Prix de la préparation 1.250 fr.

DIPLOME SUPÉRIEUR

Préparation ci-dessus, avec en plus : Calcul différentiel. — Calcul intégral. — Géométrie analytique. — Mécanique rationnelle. — Résistance des matériaux. — Physique industrielle. — Chimie industrielle. — Géométrie descriptive.
Prix de ce complément 600 fr.

ÉLECTRICITÉ

DIPLOME D'APPRENTI-MONTEUR

Etude de l'électricité complète, sous une forme très simple, ne nécessitant aucune connaissance mathématique.
Prix 120 fr.

DIPLOME DE MONTEUR ÉLECTRICIEN

Cours comprenant 100 leçons d'électricité parfaitement graduées, très simples, n'exigeant que les connaissances du certificat d'études. — Prix 200 fr.

a) CONTREMAITRE-ÉLECTRICIEN

Notions d'arithmétique, algèbre, géométrie et physique. — Electricité industrielle. — Dessin électrique. — Prix 250 fr.

b) DESSINATEUR-ÉLECTRICIEN

Même préparation que ci-dessus, avec en plus : compléments de dessin. — Technologie du dessin électrique. — Résistance des matériaux. — Arithmétique. — Géométrie et algèbre pratiques. — Notions de mécanique. — Règle à calcul.
Prix du complément de préparation 250 fr.
De l'ensemble a et b 450 fr.

c) CONDUCTEUR-ÉLECTRICIEN

Arithmétique. — Algèbre. — Géométrie. — Physique. — Trigonométrie. — Mécanique. — Résistance des matériaux. — Règle à calcul. — Technologie de l'atelier. — Construction mécanique. — Machines industrielles. — Electricité industrielle. — Dessin. — Prix 700 fr.

d) SOUS-INGÉNIEUR ÉLECTRICIEN

Même préparation que conducteur, avec en plus : Chimie. — Physique. — Dangers des courants. — Unités. — Conduites des appareils. — Bobinage. — Notions d'hydraulique. — Mesures. — Eclairage. — Complément de mathématique. — Béton armé.
Prix de ce complément 500 fr.
Prix de l'ensemble c et d 1.000 fr.

e) INGÉNIEUR-ÉLECTRICIEN

Algèbre supérieure. — Compléments de physique. — Mécanique. — Applications mécaniques de l'électricité. — Calcul des machines. — Essais. — Electricité théorique. — Production et distribution. — Construction de l'appareillage. — Electrochimie. — Eclairage. — Hydraulique. — Projets. — Prix 1.250 fr.

f) DIPLOME SUPÉRIEUR

Même préparation que ci-dessus, avec en plus : Mathématiques supérieures. — Mécanique rationnelle. — Electrotechnique. — Installation d'usines hydroélectriques. — Mesures.
Prix de cette partie. 500 fr. | Prix de e et f. 1.600 fr.

CHEMINS DE FER, MARINE, ÉCOLES

Préparation à tous les programmes officiels.

COURS SUR PLACE

L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL, 152, avenue de Wagram, Paris, répondra par lettre à toute demande complémentaire accompagnée d'un timbre pour la réponse.

Les prix indiqués sont pour le paiement par mois. — En payant au comptant, il est fait une réduction de 20 0/0.

L'École Universelle

par correspondance de Paris

PLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

la plus importante école du monde, vous offre les moyens d'acquérir chez vous, sans quitter votre résidence, sans abandonner votre situation, en utilisant vos heures de loisirs, avec le minimum de dépense, dans le minimum de temps, les connaissances nécessaires pour devenir :

**INGÉNIEUR,
SOUS-INGÉNIEUR,
CONDUCTEUR,
DESSINATEUR,
CONTREMAÎTRE,
Etc....**

dans les diverses spécialités :

**Électricité
Radiotélégraphie
Mécanique
Automobile
Aviation
Métallurgie
Forge
Mines
Travaux publics**

**Architecture
Béton armé
Chauffage central
Topographie
Industrie du froid
Chimie
Exploitation agricole
Agriculture coloniale
Génie rural**

Demandez l'envoi gratuit de la Brochure n° 2532.

Une autre section spéciale de l'École Universelle prépare, d'après les mêmes méthodes, aux diverses situations du commerce :

**Administrateur commercial
Secrétaire commercial
Correspondancier
Sténo-dactylographe
Représentant de commerce
Adjoint à la publicité
Ingénieur commercial
Expert-comptable**

**Comptable
Teneur de livres
Commis de banque
Coulissier
Secrétaire d'Agent de change
Agent d'assurances
Directeur-gérant d'hôtel
Secrétaire-comptable d'hôtel**

Demandez l'envoi gratuit de la Brochure n° 2539.

L'enseignement par correspondance de l'École Universelle peut être suivi avec profit certain, quels que soient l'âge, la profession, la résidence, le degré d'instruction de l'élève.

École Universelle

59, Boulevard Exelmans, PARIS-XVI^e

France et Colonies : 4 fr.

N° 143. - Mai 1929

LA SCIENCE ET LA VIE



UNE RÉVOLUTION!

NITROLAC ÉMAIL À FROID BRILLANT appliqué à la machine à imprimer.

Voir la page "NITROLAC" à l'intérieur.