

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 34. n. 134. Août 1928
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1928
Collation	1 vol. (XLII p.-p.[87]-174) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 134
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.134

France et Colonies : 4 fr.

N° 134. - Août 1928

LA SCIENCE ET LA VIE



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

1000

LITRES-HEURE
à 25mètres

PRIX avec clapet-crépine
et raccords au choix
pour tuyauterie en
FER, PLOMB ou CAOUTCHOUC
975^{Fr}

LA MOTOPOMPE
R.V.
TYPE P B 2

MAGASINS DE VENTE :

PARIS-XII^e
RENÉ VOLET

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

LILLE
Société Lilloise
RENÉ VOLET
(S. A. R. L.)

28, rue du Court-Debout
Pl. Vx-Marché-aux-Chevaux
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 Fensgezindheid, 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. Teilliet, Avenue Grandidier, Tananarive. — INDOCHINE, Poinard et Veyret, Comptoirs d'Extrême-Orient, Saigon, Phnom-Penh, Haiphong, Hanoi. — AUSTRALIE, A. et E. Mac Carthy Ltd, Adelaide. — JAPON, Kobe : Alsot-Brissaud et C^{ie}, Tokiwa Bg, n° 30, Akashi-Machi. — CANADA, R. A. Fraser, 10, Montclair Avenue, Toronto. — MEXIQUE, Clement Z., 28, Avenida Morelos, Mexico. — CHILI, Simon Hermanos, Santo Domingo, 1107, Santiago. — GRÈCE, P. M. C. O'Callaghan, 4, Aristides St., Athènes. — HONGRIE, « Adria » V. Vaci-Ut, 24, Budapest 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.

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

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 — 22^e Année

Cours sur place { Théorie (Rentrée le 5 octobre et le 5 novembre)
 Jour et soir { Ateliers et Laboratoires (Admission à toute époque)
Enseignement par correspondance (Admission à toute époque)

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 - Métaré.

TRAVAUX PUBLICS

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

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-CHAUSSEES

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. - Navicateur 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.

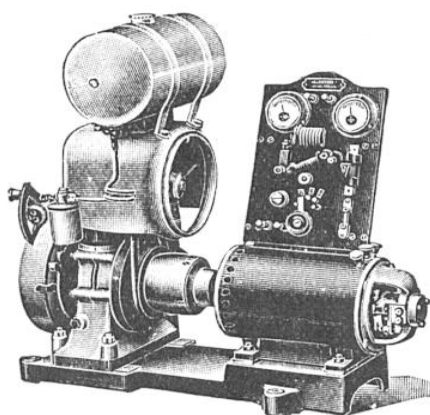
ÉTABLISSEMENTS RÉGINALD

Reg. du Commerce : Seine 455.80

4, RUE BARYE, 4 — PARIS

Télégr. : REGIDYNER-PARIS-17

Groupes Electrogènes Français



BAS VOLTAGE
BAS PRIX
BONNE EXÉCUTION

FAIBLE POIDS
FAIBLE ENCOMBREMENT
FAIBLE CONSOMMATION

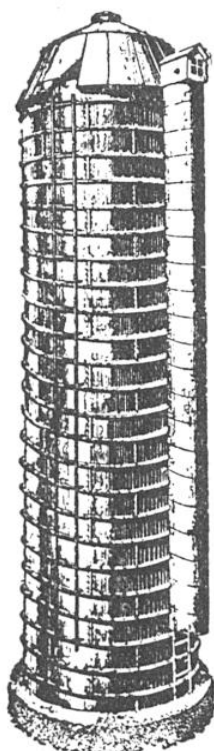
Groupe RL, 600 watts, 1,5 cv., poids 57 kg.,
bas voltage: **3.700 fr.** sans batterie.

Groupe RWA, 1.000 watts, 3 cv., poids 135 kg.,
tout voltage: **5.600 fr.** sans batterie.

Groupe RMA, 1.500 watts, 5 cv., poids 185 kg.,
tout voltage: **6.600 fr.** sans batterie.

Moteurs électriques, bas voltage et autres.

Groupes électro-pompes.



SILOUDEN

LE SILO DE QUALITÉ
- en -
métal **APSO-IN-DES-TRUC-TO**

LE PLUS RÉSISTANT AUX ACIDES AVEC SA MACHINE SPÉCIALE

MARQUE "SIMA" DÉPOSÉE

30 modèles de Silos -:- **3 modèles de Machines à ensiler**
de fabrication française, munis des derniers perfectionnements

300 RÉFÉRENCES EN FRANCE

INSTALLATIONS COMPLÈTES DE FERMES

MACHINES A TRAIRE "PERFECTION"

APPAREILS de Manutention mécanique

SILOS à GRAINS

SOCIÉTÉ D'INSTALLATIONS MÉCANIQUES & AGRICOLES

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 5.000.000 DE FRANCS

Bureaux et Magasins : 75, boul. du Montparnasse, PARIS-6^e

Téléphone : Litré 98-15

Regist. du Com. 210-810

PHOTO-HALL

5, Rue Scribe (près de l'Opéra), PARIS-OPÉRA (9^e)

(MAISON FRANÇAISE. — REGISTRE DU COMMERCE N° 122.558)

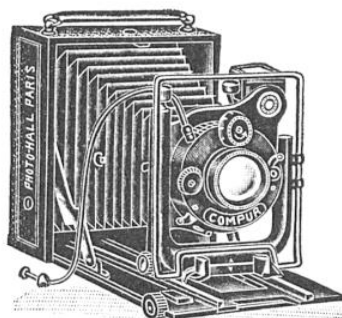
N. B. — Notre Maison, qui se consacre depuis plus de 40 années à la construction et à la vente des appareils photographiques, ne livre que des instruments minutieusement vérifiés, formellement GARANTIS, expédiés FRANCO DE PORT ET D'EMBALLAGE et pouvant être échangés lorsqu'ils ne répondent pas au goût de l'acheteur.

Compte de Chèques Postaux : PARIS N° 217.29

6½ × 9

Avec objectif
anastigmat
BERTHIOT
F : 4,5

895 Francs



9 × 12

Avec objectif
anastigmat
ZEISS-IÉNA
F : 4,5

1195 Francs

LA FOLDING PERFECT N° 4

Appareil pliant de **haute précision tout en métal** gainé maroquin pour plaques ou pellicules FILM-PACK 9 × 12 se chargeant en plein jour, muni d'un soufflet peau, d'une double coulisse à crémaillère, d'une poignée en cuir, d'un objectif **anastigmat extra-lumineux à grande ouverture**, à diaphragmes iris avec obturateur de précision COMPUR monté au centre des lentilles, marchant au doigt ou au moyen du déclencheur métallique et donnant des vitesses variables, jusqu'à 1/250^e de seconde, d'un viseur clair redresseur permettant de viser dans les deux sens avec niveau de précision placé sur le côté et d'un viseur iconomètre.

L'appareil 6½ × 9 mesure fermé 12 × 8 × 4 centimètres et pèse 550 grammes

L'appareil 9 × 12 mesure fermé 15 × 11 × 5 centimètres et pèse 1.100 grammes

La partie qui supporte l'objectif peut se déplacer en hauteur ou en largeur par vis micrométrique. L'appareil est muni de deux écrous au pas de vis du congrès permettant de le monter en hauteur ou en largeur sur un pied, ainsi que d'un châssis à glace dépolie avec capuchon spécial supprimant l'emploi du voile noir pour la mise au point.

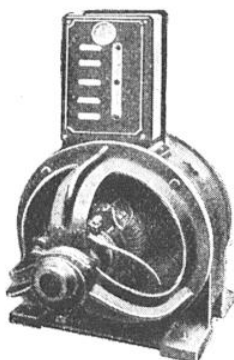
Cet appareil est particulièrement recommandé pour la **photographie des couleurs**, au moyen des plaques AUTOCHROMES LUMIERE.

Chaque appareil est livré avec trois châssis, un châssis à glace dépolie, un déclencheur métallique, une instruction et un traité de photographie.

Prix de la FOLDING PERFECT N° 4, montée avec anastigmat

DÉSIGNATION DES APPAREILS ET ACCESSOIRES		6½ × 9	9 × 12
HERMAGIS	F : 4,5 et obturateur COMPUR	650 »	750 »
STYLOR-ROUSSEL	F : 4,5 et obturateur COMPUR	775 »	895 »
FLOR-BERTHIOT	F : 4,5 et obturateur COMPUR	895 »	1095 »
TESSAR-ZEISS-IÉNA	F : 4,5 et obturateur COMPUR	1050 »	1195 »

FACILITÉS DE PAIEMENT -- CATALOGUE GRATUIT



Le moteur que vous possédez

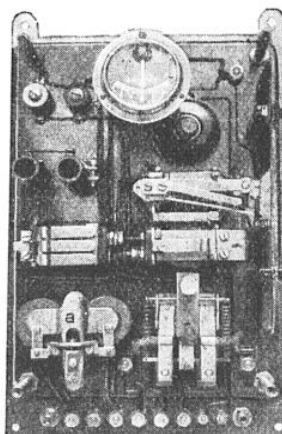
QUELLE QUE SOIT SA PUISSANCE
QUEL QUE SOIT SON RÉGIME DE ROTATION
QU'IL SOIT FIXE OU SUR BROUETTE

**peut vous fournir la lumière électrique
à tension constante**

MÊME
SANS BATTERIE D'ACCUMULATEURS

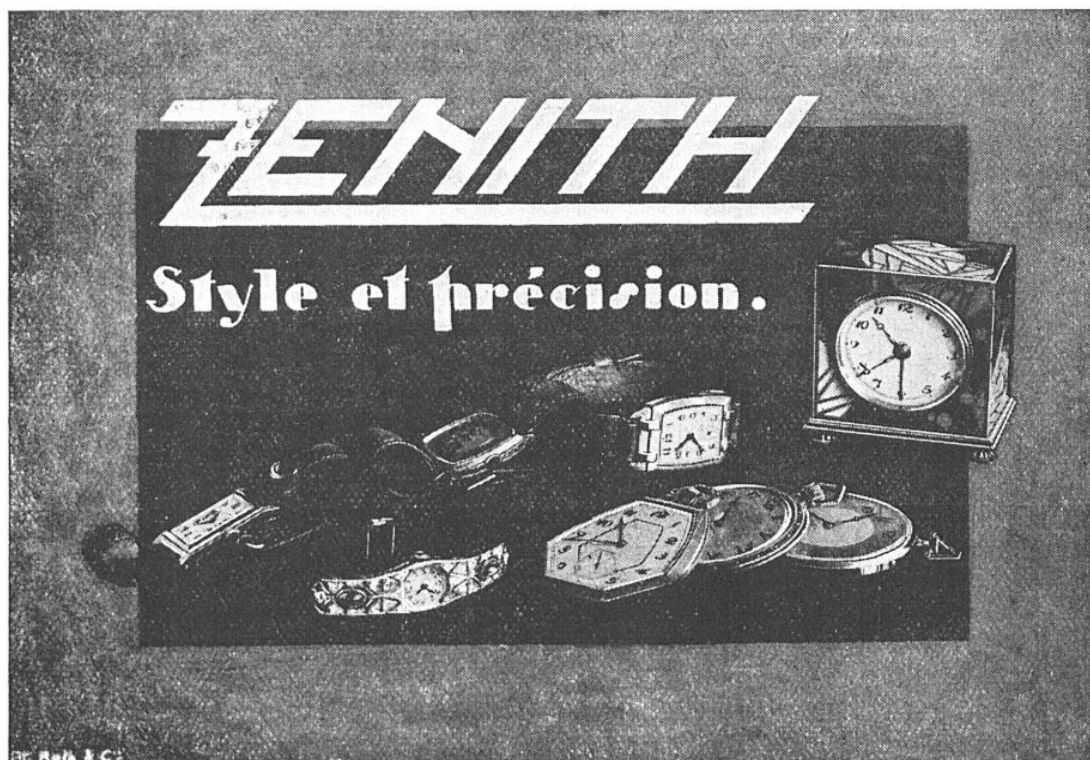
**si la dynamo qu'il entraîne est munie
d'un régulateur électro-magnétique**

E.H.R.



L'ÉCLAIRAGE DES HABITATIONS RURALES

SERVICE DE LA SOCIÉTÉ DE "L'ÉCLAIRAGE DES VÉHICULES SUR RAIL"
22, rue de l'Arcade, PARIS - Tél. : CENTRAL 06-37 et 06-38

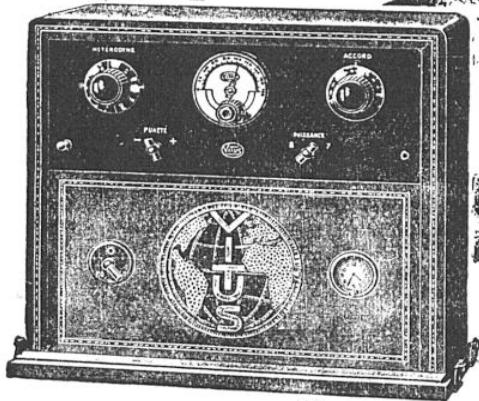




Un seul appareil

à la campagne

Deux fois HORS CONCOURS
Liège 1927-1928



**dans
votre
salon**



Notice sur demande
de la

Valise Ultra-Mondial VITUS
90, Rue Damrémont . PARIS

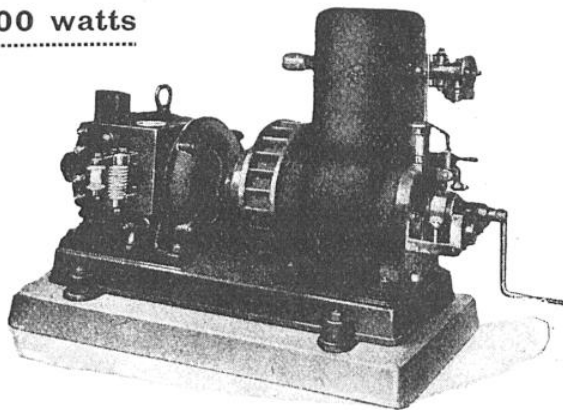
Fournisseur breveté de la Cour royale de Roumanie
et de la Marine Française

NOTICE S GRATUITE

Groupe Électrogène Monobloc Type B

2 CV. - 800 à 1.000 watts

SON PRIX DE REVIENT EST DE
50 % PLUS BAS QUE CELUI DES
MEILLEURS GROUPES ÉTRANGERS
SA DÉPENSE EN CARBURANT EST
ÉGALEMENT DEUX FOIS MOINDRE
LA NOTICE AVEC EXTRAIT DU
CERTIFICAT DES ARTS & MÉTIERS
EST ENVOYÉE FRANCO A TOUTE
PERSONNE SE RECOMMANDANT
DE " LA SCIENCE ET LA VIE "



Établissements S.E.R. 12, rue Lincoln - PARIS (8^e)
AGENTS DEMANDÉS

Non seulement plus simple

Parce que susceptible d'être monté **sans possibilité d'erreur ou d'insuccès**
par l'amateur le plus novice, grâce à son système de groupes étalonnés d'avance
et ne nécessitant que 13 connections ;

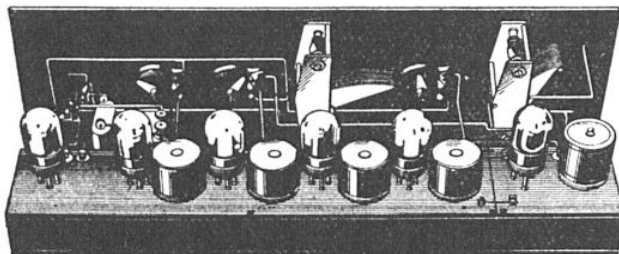
Sans outils spéciaux, sans un trou à percer ni une pièce à ajuster,...

Mais surtout nettement meilleur

Parce que composé **exclusivement** d'accessoires d'une qualité qui ne peut
être surpassée, facteur primordial de **rendement très élevé, régulier et**
formellement garanti

LE NOUVEAU
NÉCESSAIRE DE MONTAGE
(13 connections)

SUPER S^{SIX} ACER



vous permettra de construire vous-même un poste **au moins égal** aux meilleurs actuellement connus.

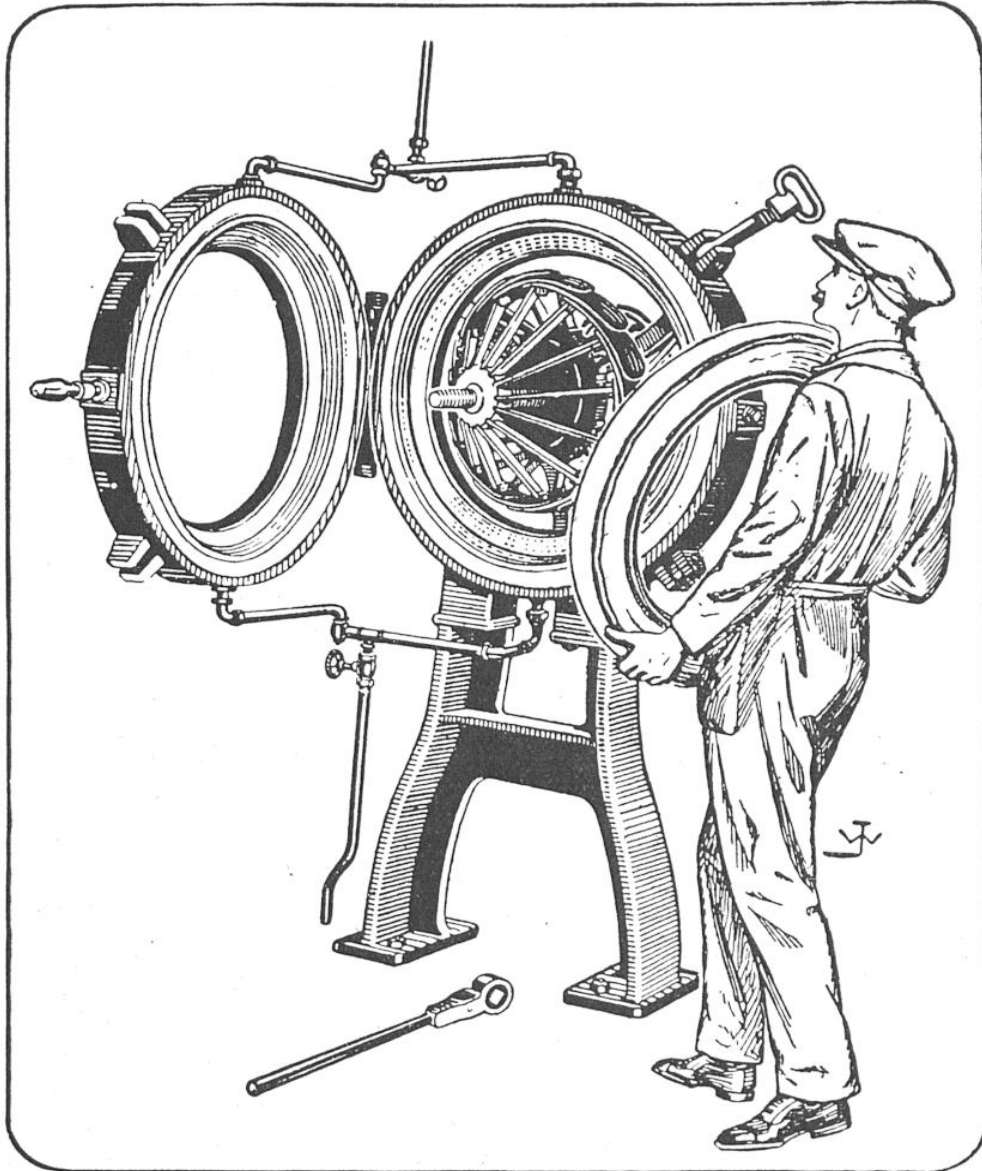
ÉTUDE COMPLÈTE
avec plans, schémas et références, contre **4 fr.**,
remboursables en matériel **ACER**.

ATELIERS ET CONSTRUCTIONS
ÉLECTRIQUES DE RUEIL
4^{ter}, avenue du Chemin-de-Fer
RUEIL (Seine-et-Oise)

Tramway 58
à la Porte Maillot

Téléphone:
300 et 301, Rueil

**Les Recaoutchoutages FIT
donnent le même kilométrage que les pneus neufs.**



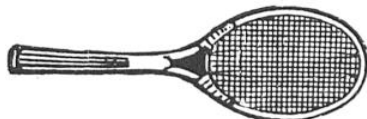
Il y a, dans le monde, des milliers d'Ateliers de Recaoutchoutage FIT qui enrichissent leurs possesseurs. Si vous êtes garagiste, si vous vous intéressez à l'automobile, si vous cherchez une occupation lucrative et intéressante, vous devez écrire sans tarder à la **Société des Procédés FIT, 139, La Capuche, GRENOBLE (France)**, ou à sa **Succursale de Paris, 126, rue de Javel (15^e arrondissement)**, qui vous enverra gratuitement son catalogue. Si vous êtes déjà installé vulcanisateur, demandez à "FIT" son tarif et un échantillonnage de ses fameux caoutchoucs et tissus pour la réparation des pneus. Si vous venez à Paris, n'hésitez pas à visiter l'atelier de démonstration de la rue de Javel, vous y serez toujours bien accueilli.

Graphos

== TELEPHONE: GRESILLONS 07-71 ==

Demandez notre tarif B. 15

TOUS SPORTS & JEUX DE PLEIN AIR

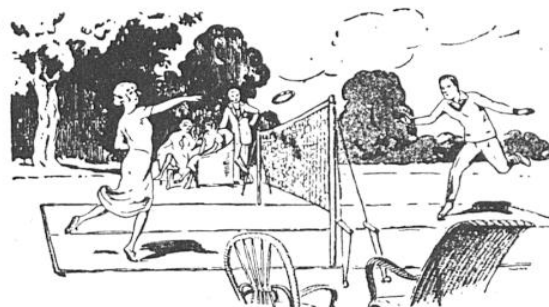


RAQUETTES, fabrication supérieure. Modèles :

Boy.....	29. »	Olympic.....	90. »
Nassau.....	40. »	Richmond.....	110. »
Club.....	58. »	Special Meb.....	175. »
Champion.....	60. »	Royal Meb.....	190. »
Superb.....	68. »	Extra Meb.....	235. »
Marvel.....	80. »	Cambrian.....	255. »
Daisy.....	85. »	Imperial Meb.....	315. »

BALLES DE TENNIS

Special Meb.....	La douzaine	90 »
Extra Meb.....	—	100 »
Royal Meb.....	—	135 »



Le "DECK TENNIS" est un jeu dérivé du tennis pouvant être joué par les personnes de tout âge. Il est le jeu idéal pour jardins, squares, plages, etc... Les règles du Deck-Tennis sont les mêmes que celles du tennis. Une règle est livrée avec le jeu. Le matériel comprend : le filet monté sur deux piquets et deux anneaux, qui s'appelleront les Deckballs..... 89. »

Deckballs ou anneaux de rechange. La pièce..... 7.50

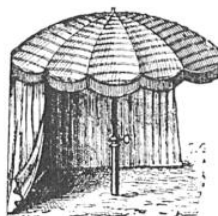


BALLON DE WATER-POLO, cuir rouge, fabrication anglaise, complet... 200. »

Ceinture de Natation "Water Wing", tissu spécial uni, se gonfle à la bouche. 11. »

MAILLOTS DE BAIN en jersey coton noir ou marine, qualité extra, mailles fortes, d'une seule pièce, depuis..... 12. »

En magasin, grand choix de costumes de bains Jantzen.



PARASOL POUR JARDINS

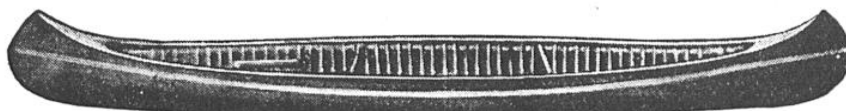
Article spécial, monture acier rond, pique cuivre fort, 10 branches, couverture coutil rayé, bavoline avec frange. Rideaux fermant la moitié du parasol, agrafes dans le haut, oilets et cordes dans le bas, piquets, maillets.

Long. des branches.	80	90	100	110	125
Diam. du parasol ..	145	165	195	215	290
Prix du parasol	135. »	155. »	180. »	210. »	300. »
Prix du demi-rideau.	85. »	100. »	105. »	120. »	145. »



Tous articles de pêche et pour toute pêche

STABILITÉ
ÉLÉGANCE



LÉGÈRETÉ
RÉSISTANCE

Canoë genre INDIEN "SAFETY MEB" pour le SPORT, la PROMENADE, établi d'après les modèles de canoës indiens, construit en acajou de tout 1^{er} choix.

Livré avec deux sièges fixes cannés, sans accessoires. — Longueur : 4^m40, largeur : 0^m72, profondeur : 0^m29 : 1859 francs. Longueur : 4^m70, largeur : 0^m78, profondeur : 0^m30 : 1925 frs ; Longueur : 5 m., largeur : 0^m90, profondeur : 0^m32 : 2000 frs.

MESTRE & BLATGÉ 46-48, avenue de la Grande-Armée PARIS

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

Catalogue S.V. : SPORTS ET JEUX, 375 pages, 5.000 gravures, 25.000 articles ; franco : 3 fr. 50

Vient de paraître le nouveau Catalogue ACCESSOIRES-AUTOS S.V., 1132 pages, 12.000 gravures, 60.000 articles ; franco, 10 frs.

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, boulev. Carnot ; **Lille**, 18, rue de Valmy ; **Dijon**, 11, boulevard Sévigné et 20, rue Mariotte.

APPRENEZ A DESSINER



C'est après six mois d'études qu'un de nos élèves a réussi ce croquis, pris directement au pinceau.

REGARDEZ les dessins que nous présentons ici. C'est après cinq ou six mois seulement que leurs auteurs les ont réalisés. Comment ? Grâce à la méthode unique de l'Ecole A. B. C., qui a littéralement bouleversé l'enseignement du Dessin et qui est véritablement à la portée de tous. En effet, quels que soient votre âge, vos occupations, votre lieu de résidence, vous pouvez, dès maintenant, profiter de cette méthode en recevant, par courrier, les leçons particulières des professeurs de l'Ecole A. B. C. Ceux-ci, tous artistes célèbres de Paris, vous dirigeront personnellement avec sûreté dans la voie artistique qui répondra le mieux à vos aptitudes. Vous pourrez ainsi vous créer une situation indépendante et fort lucrative.

UN SUPERBE ALBUM VOUS EST OFFERT

Vous avez le désir très légitime de connaître cette méthode et cet enseignement. Permettez-nous, sans aucun engagement de votre part, de vous envoyer notre album intitulé : *La Méthode rationnelle pour apprendre à dessiner*. Ce n'est pas une banale brochure, mais c'est là un véritable cours de dessin. Sa lecture vous comblera de joie, car elle vous révélera la facilité qui s'offre à vous de devenir rapidement un artiste.

Demandez cette brochure, qui vous sera envoyée gratuitement et franco

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN (ATELIER C. 22)
12, Rue Lincoln (Champs-Élysées) — PARIS



Ce croquis charmant est l'œuvre d'un de nos élèves à son sixième mois d'études.

Leiss Ikon Le CINÉMA pour tous

Kinamo

avec
l'appareil prise de vues
cinématographiques

Appareil prise de vues cinématographiques
pour 25 mètres de film

APPAREIL DE PRÉCISION D'UN SYNCHRONISME PARFAIT
SERVANT LE FILM A PERFORATION UNIVERSELLE

Le **Kinamo** est livré avec un moteur qui marche au doigt, supprimant pied et manivelle. C'est l'appareil idéal pour tous : amateurs, professionnels, opérateurs, directeurs de cinéma, grande couture, sport, sciences, enseignement, etc.

Le **KINAMO**, avec objectif ZEISS TESSAR f: 3,5, et moteur **3.880 fr.**

CONCESSIONNAIRES :

René CRESPI

5, rue Nicolas-Flamel, 5 - PARIS

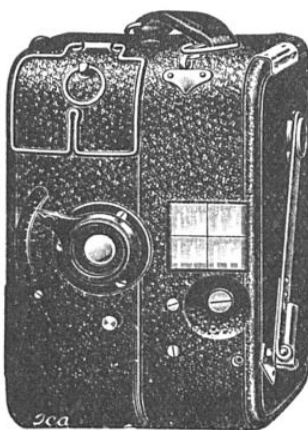
(Pour Paris, Seine et Seine-et-Oise)

J. CHOTARD

57, rue de Seine, 57 -- PARIS

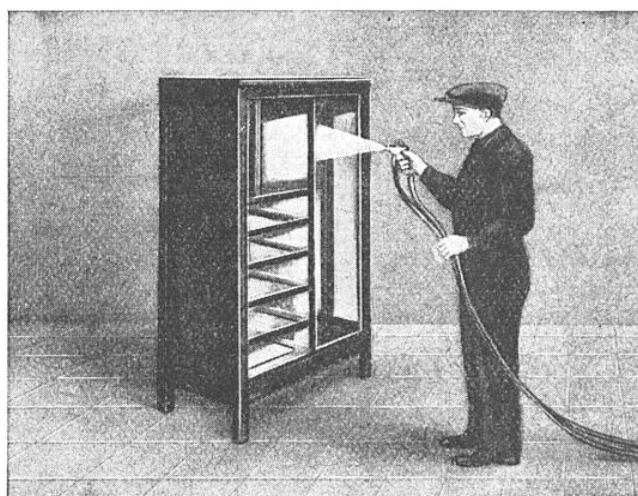
(Pour les Départements et l'Algérie)

POUR LES MARQUES CONTESSA, GOERZ ET ICA



PISTOLET KREMLIN

Pour Peinture Pneumatique



et tous appareils accessoires :



MANO-DÉTENDEURS
TUYAUTERIES
RÉSERVOIRS
GROUPES COMPRESSEURS

ATELIERS DU KREMLIN

16, rue Pasteur, 16 — LE KREMLIN-BICÊTRE (Seine)

Téléphone: COBELINS 15-08

(Porte d'Italie)



LE NOUVEAU CATALOGUE DE JUMELLES ZEISS VIENT DE PARAÎTRE !

Voici l'occasion pour vous, qui, depuis longtemps, désirez une jumelle ZEISS, de vous documenter par le texte et l'image sur les jumelles à prismes en général et sur chacun des modèles présentés dans ce luxueux catalogue, en particulier.

Indépendamment des jumelles universelles convenant à de nombreux usages, des modèles appropriés correspondent à des buts spéciaux et vous invitent à fixer votre choix.

Compagnons fidèles des sportsmen,
les jumelles à prismes

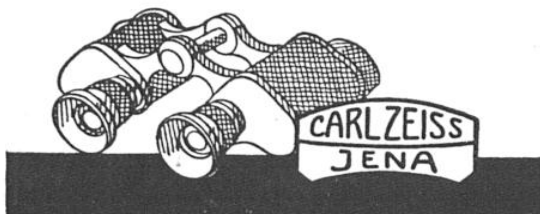
ZEISS

ajoutent encore au plaisir des excursions.

En vente chez les Opticiens

Catalogue T 764, gratis et franco sur demande adressée au représentant.

Société "OPTICA"
18-20, faubourg du Temple
PARIS-XI^e



LA SOUDURE AUTOGÈNE L'OXY-COUPAGE LA SOUDURE A L'ARC

s'imposent dans toutes les Usines
pour les fabrications
les réparations, l'entretien

LES MATÉRIELS SAF
sont robustes, sûrs, économiques.

LES MÉTAUX D'APPORT SAF
sont contrôlés, garantis et évitent
les échecs.

LES ÉLECTRODES ENROBÉES SAF
pour tous métaux, toutes applications,
sont étudiées scientifiquement
et s'imposent par leurs qualités.

POSTES COMPLETS ET ACCESSOIRES NOUVEAUTÉS 1928

Machines automatiques à souder les viroles, les tubes avec chalumeaux spéciaux (vitesses triplées) — Machine à reproduire et à découper au chalumeau suivant gabarit, entièrement automatique (évite tout usinage ultérieur).

Machines automatiques : à souder à l'arc : viroles, ponts arrière, tubes à ailettes, etc.; à recharger à l'arc : (vitesse de 3 à 10 fois plus grande qu'à la main). — Soudures lisses et résistantes. — Dispositif semi-automatique de soudure à l'arc.

VERRES A THERMAL
protection totale des yeux

Études de tous problèmes de soudure

LA SOUDURE AUTOGÈNE FRANÇAISE
29, rue Claude-Vellefaux - PARIS
Ateliers d'Essais - Ecole de Soudure
29 AGENCES ET ATELIERS — 6 USINES



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

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° 9004 : *Classes primaires complètes* (Certificat d'études, Brevets, C.A.P., Professorats) ;

Brochure n° 9007 : *Classes secondaires complètes, Baccalauréats, Licences* (Lettres, Sciences, Droit) ;

Brochure n° 9017 : *Toutes les Grandes Ecoles spéciales* (Agriculture, Industrie, Travaux publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies) ;

Brochure n° 9026 : *Toutes les Carrières administratives* (France, Colonies) ;

Brochure n° 9044 : *Langues vivantes* (anglais, espagnol, italien, allemand, portugais, arabe, esperanto) ;

Brochure n° 9050 : *Orthographe, Rédaction, Rédaction de lettres, Versification, Calcul, Calcul extra-rapide, Dessin, Ecriture* ;

Brochure n° 9058 : *Carrières de la Marine marchande* ;

Brochure n° 9066 : *Solfège, Piano, Violon, Accordéon, Harmonie, Transposition, Composition, Orchestration, Professorats* ;

Brochure n° 9072 : *Arts du Dessin* (Dessin d'illustration, Composition décorative, Aquarelle, Travaux d'agrément, Dessin de figurines de modes, Peinture, Pastel, Gravure, Préparation aux métiers d'art et aux professorats de dessin) ;

Brochure n° 9082 : *Les Métiers de la Coupe et de la Couture* (petite main, seconde main, première main, vendeuse, vendeuse-retoucheuse, représentante, coupeur, coupeuse) ;

Brochure n° 9086 : *Journalisme* (Direction, 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

N'ACHETEZ RIEN SANS CONSULTER LE
CATALOGUE GÉNÉRAL ILLUSTRÉ 1928
DES ÉTABLISSEMENTS

PHOTO-PLAIT

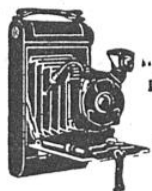
37. Rue Lafayette, PARIS-OPÉRA



Le
"VEST-POCKET
KODAK"
PRIX : 185 FRS



Le
"HAWK-
EYE
KODAK"
PRIX :
250 FRS



Le
"POCKET-
KODAK"
N° 1
PRIX :
275 FRS



Le "STUDIO" 0
PRIX : 185 FRS

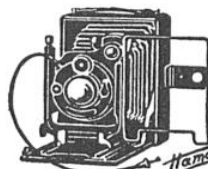
Ce catalogue, de plus de 250 pages, texte et gravures,
VÉRITABLE RÉPERTOIRE des GRANDES MARQUES
KODAK - PATHÉ - ZEISS - IKON - S. O. M.
CINÉMA PATHÉ-BABY, Accessoires, etc. etc.
sera ADRESSÉ ou REMIS
GRATIS sur DEMANDE



Le "MIXO"
PRIX :
50 FRS



"L'ONTOSCOPE"
Le ROI des APPAREILS STÉRÉOSCOPIQUES



Le "PLATOS"
N° 8
PRIX :
595 FRS

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

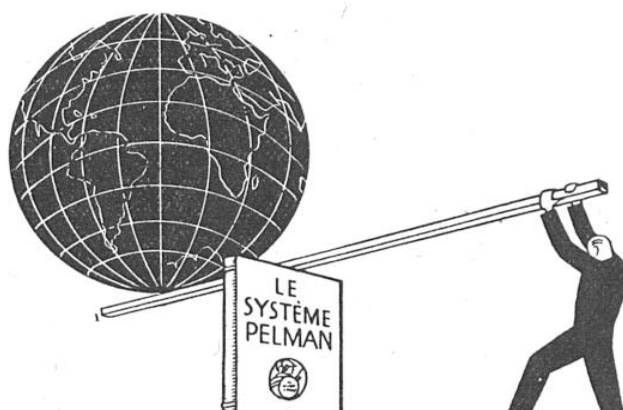
L'Ecole Technique Supérieure de Représentation et de Commerce

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



"UN SOLIDE POINT D'APPUI..."

« Un point d'appui », voilà ce que réclamait Archimède pour soulever le monde avec son levier.

Un point d'appui, voilà ce qu'il nous faut à tous pour forcer la réussite.

Appuyez-vous sur le Système Pelman, qui vous permettra d'accroître ou d'acquérir les qualités nécessaires au succès : attention, mémoire, volonté, jugement, initiative, personnalité.

Au siège de l'*INSTITUT PELMAN*, 33, rue Boissy-d'Anglas, Paris-8^e, les savants qui sont nos conseillers attitrés vous expliqueront comment développer vos capacités et les rendre rémunératrices.

Ecrivez-nous ou venez nous voir. Nos consultations sont données à titre gracieux et ne vous engagent nullement.

LONDRES
DUBLIN

STOCKHOLM
D U R B A N

NEW-YORK
TORONTO

B O M B A Y
MELBOURNE

S. P. S.

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 :

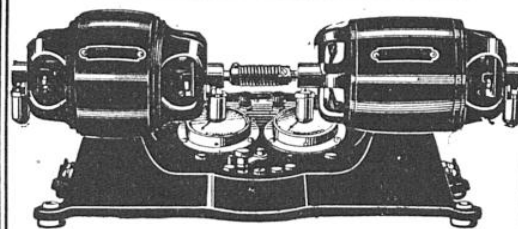
Décidément

LE

Convertisseur GUERNET

44, rue du Château-d'Eau, PARIS-10^e

EST LE SEUL APPAREIL PARFAIT
POUR CHARGER LES ACCUS



TYPE SECTEUR, 4 volts, 5 ampères - 80 volts, 80 milliampères

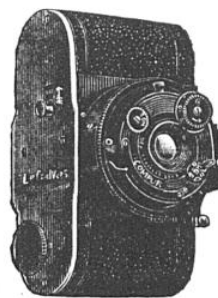
Complet avec conjoncteurs, disjoncteurs, ampèremètres, rhéostat de réglage **780.»**
Pour 4 et 6 volts seulement **580.»**

Etab^{ts} MOLLIER

67, rue des Archives, Paris

Magasin de vente : 26, avenue de la Grande-Armée

Le "CENT-VUES"



MODÈLE 1928

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**.

Prix de revient du cliché : 10 centimes

APPAREILS CINÉMATOGRAPHIQUES
APPAREILS DE PROJECTION FIXE
APPAREILS AUTOMATIQUES
:: DE PUBLICITÉ ::

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

PRODUCTION ARTISANALE FRANÇAISE

MAGASIN DE VENTE :

80, faubourg St-Denis, Paris-X^e

Bâtiment 4 (3^e étage) Téléphone : Provence 61-99



En achetant directement aux artisans, vous réalisez **25 0/0** de bénéfice, tout en contribuant au développement de la production française.

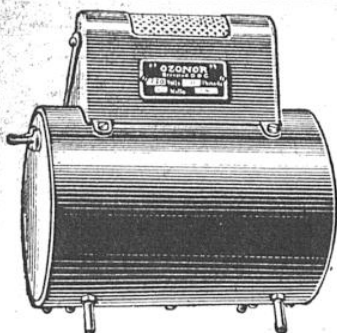
NOMENCLATURE DES ARTICLES EXPOSÉS

(PORTANT LE LABEL ARTISANAL)

Ameublement.	Horlogerie. — Miroiterie.
Batteries de cuisine.	Literie.
Bijouterie.	Lingerie.
Bonneterie.	Maroquinerie.
Bronzes.	Marqueterie.
Broderie.	Mode.
Brosserie. — Corderie.	Machines à laver. — Mécanique.
Chaussures.	Objets d'art. — Lustres.
Coussins.	Petits meubles fantaisie.
Cuisinières.	Pianos.
Coutellerie.	Panneterie.
Corsets.	Phonographes. — Jouets.
Chaudronnerie.	Photographie. — Reliure.
Fleurs (Rubans).	Radiateurs.
Fleurs (Coquillages).	Sellerie.
Ferronnerie d'art.	T. S. F.
Fourrures.	Tables à thé.
Glacières.	Tables à ouvrage.
Gravures (sur verre).	Tapisserie.
Gravures (sur cuivre et tous métaux).	Vannerie.
	Etc..., etc...

Et tous articles sur commande

PRIX SPÉCIAUX POUR REVENDEURS, COMMISSIONNAIRES ET MAGASINS



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 alternatif 110 ou 220 volts — NOTICE FRANCO

Etablissements OZONOR (CAILLIET, BOURDAIS & C^{ie}), 12, rue St-Gilles, Paris-3^e
Téléphone : Turbigo 85-38



SOURDS

qui voulez
ENTENDRE

tout, partout,
dans la rue,
au théâtre

DEMANDEZ
le
MERVEILLEUX

“PHONOPHORE”

Appareil Electro-Acoustique puissant
Simple, peu visible, améliorant progressivement
l'acuité auditive.

Demandez la notice S à

SIEMENS-FRANCE, S. A.

Département : SIEMENS & HALSKE

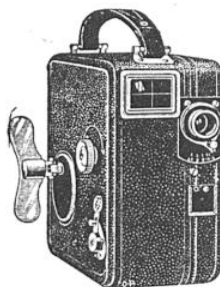
17, rue de Surène, 17 - PARIS-8^e

Téléph. : Anjou 04-01 et 04-02

OMNIUM PHOTO

NOUVEAUTÉ 1928

LA MOTOCAMERA PATHÉ BABY



Mouvement automa-
tique à un seul remon-
tage (plus besoin de
pied).

Nouveau viseur
avec objectifs :

Tessar Zeiss F: 3,5

1.100 fr.

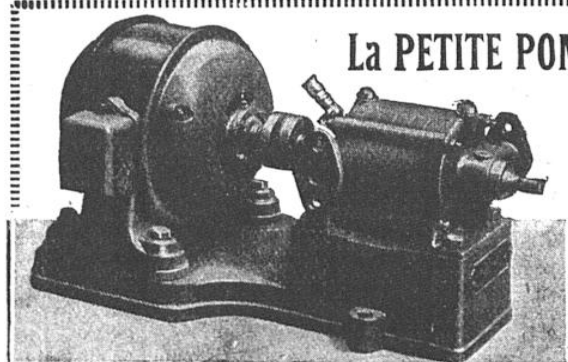
Tessar Zeiss F: 2,7

1.900 fr.

29, rue de Clichy, Paris-9^e

SUCCURSALE : 110, boul. Saint-Germain

Catalogue général N° 25 sur demande.



La PETITE POMPE MULTICELLULAIRE DAUBRON

CENTRIFUGE : Débit de 1.000 à 4.000 l/h.

Élévation de 10 à 40 mètres

ENCOMBREMENT... 0^m500 x 0^m300

POIDS..... 30 KILOGR.

VITESSE..... 2.800 T./M.

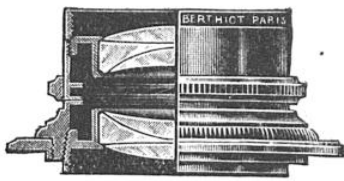
PRIX : A PARTIR de 1.180 francs LE GROUPE

A essence : 3.200 francs

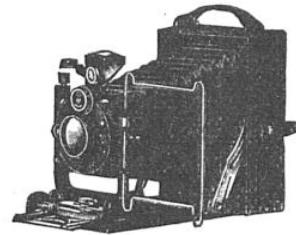
Pompes DAUBRON

57, Avenue de la République - PARIS

R. C. SEINE : 74.456



SOM
BERTHIOT

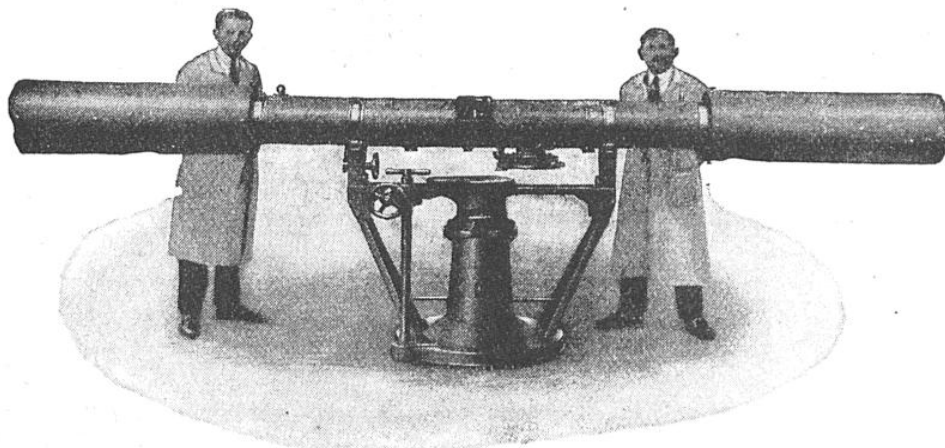


**SOCIÉTÉ D'OPTIQUE & DE MÉCANIQUE
DE HAUTE PRÉCISION**

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS LACOUR-BERTHIOT

125 à 133, boulevard Davout, Paris (20^e)

Fournisseur des Ministères français GUERRE et MARINE et des Gouvernements étrangers



Télémètre à coïncidence de 4 mètres de base, type « Marine », armant les croiseurs de 8.000 tonnes

TÉLÉMÈTRES à COINCIDENCE ET STÉRÉOSCOPIQUES
APPAREILS MILITAIRES DE TIR
PÉRISCOPES DE SOUS-MARINS
TOPOGRAPHIE
SISMOLOGIE
GÉODÉSIE
MICROSCOPIE
OPTIQUE GÉNÉRALE
APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES
OBJECTIFS **SOM** BERTHIOT

NOTICE S SUR DEMANDE

R. C. SEINE 105.874

"PYGMY"
LA NOUVELLE LAMPE A 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 : 70 francs

DEMANDEZ CATALOGUE B
A ANNECY (H.S.), chez MM. MANFREDI Frères et C^e, avenue de la Plaine
A PARIS, chez GENERAL OVERSEA EXPORT C^e, 14, rue de Bretagne, Paris-3^e
Téléphone : Archives 46-95. - Télég. : Genovieg-Paris.



Concessionnaire pour l'Italie :
Roberto ULMANN, 1, Piazza Grimaldi, Genova 6

AU RALLIE-RADIO-TOURISTE
DU "HAUT-PARLEUR"

c'est sur **AUDIOPHONE** de série
(SUPER-SNAP à 6 lampes)

que M. ZELLER, amateur, s'est classé dans les tout premiers, sans pénalisations autres que celles dues à une sténographie insuffisamment rapide du dernier des six messages, qui fut transmis à toute vapeur.

Cette performance est d'autant plus remarquable qu'il ne s'agit pas d'un poste établi spécialement en vue du rallie, par un constructeur ou par un amateur spécialement approvisionné par les fabricants de pièces détachées, mais d'un poste **rigoureusement de série**, dont des milliers et des milliers d'exemplaires peuvent accomplir le même exploit.

Cela fait honneur à M. ZELLER, qui s'est révélé à la fois habile conducteur d'auto, amateur éclairé de T. S. F. et presque champion de sténo, car, pour gagner un rallie, c'est toutes ces qualités qu'il faut avoir...

Mais cela fait également honneur à la SNAP, qui a construit en grande série — en formidable série — ce merveilleux SUPER à six lampes, à la fois valise de tourisme et meuble de salon, d'un **prix inférieur** à tous les autres et d'un **rendement supérieur** à celui des meilleurs.

L'AUDIOPHONE s'impose à tous, pour les déplacements, pour les villégiatures comme pour l'intérieur. Demandez notice n° 6 à SNAP, 78, rue Jean-Jacques-Rousseau, Paris. Et vous pourrez marcher sur les traces de M. ZELLER...

R. C. Paris 14.697 Ch. Postaux 329.60

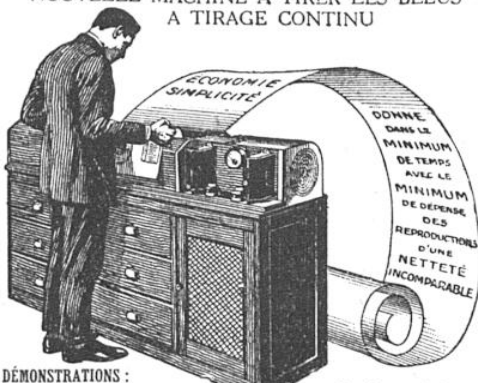
La Verrerie Scientifique

Adr. télégr. : SCIENTIVER-PARIS
Code télégr. : AZ

Téléphone : LITRE 94-62
— 01-63

L'ÉLECTROGRAPHE
"REX"

NOUVELLE MACHINE A TIRER LES BLEUS
A TIRAGE CONTINU



DÉMONSTRATIONS :
12, Avenue du Maine, Paris

Catalogue S franco

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 de 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

MONET GOYON

GRAND CHAMPION de la MOTOCYCLETTE

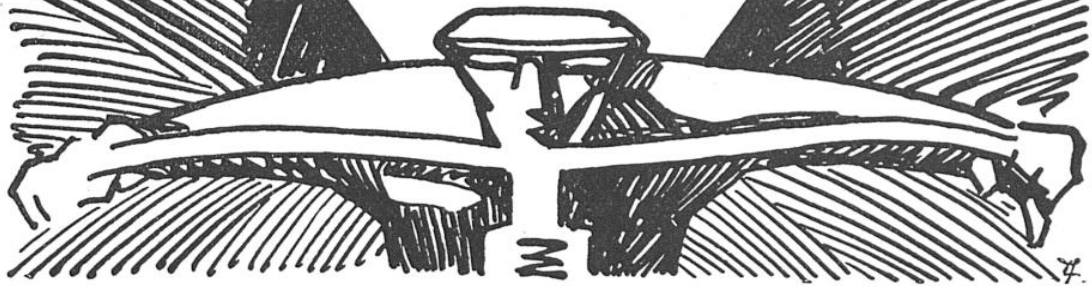
vous offre la gamme complète de ses modèles 1928 :

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**



POUR VOS VACANCES

il vous faut un poste de T. S. F.

qui vous tienne au courant des dernières nouvelles du monde entier,
 des cours divers et charme vos soirées.

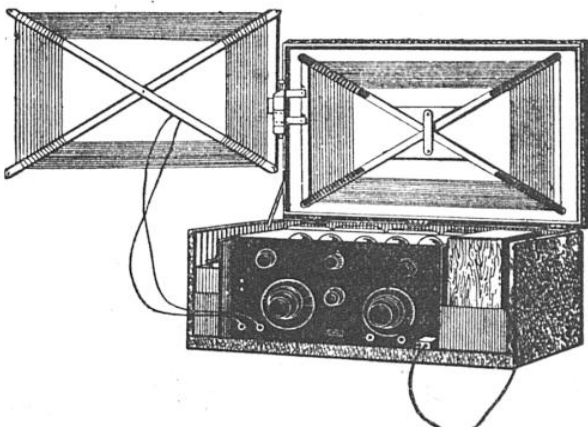
VOICI LE

Super PHAL

6 lampes (en valise)
 (COMPLET)

2.920 fr.

SOUVENT IMITÉ
 JAMAIS ÉGALÉ



Les Postes de T. S. F. PHAL, 9, r. Darboy, PARIS - Tél. : Roquette
 59-79 et 59-89

La MOTOGODILLE

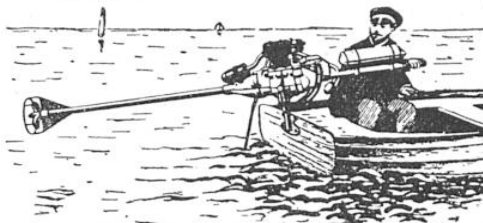
PROPULSEUR amovible (comme un AVIRON) pour tous BATEAUX
(Conception et Construction françaises)

PÊCHES - TRANSPORTS - PLAISANCE
2 CV 1/2 5 CV 8 CV

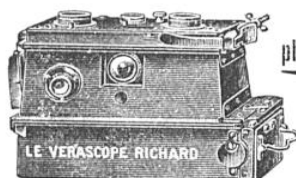
Véritable instrument de travail
Plus de vingt années de pratique
Nos colons français l'utilisent de plus en plus

G. TROUCHE, 26, pass. Verdeau, Paris (9^e)

CATALOGUE GRATUIT — PRIX RÉDUITS



Le VÉRASCOPE 7, rue La Fayette (Opéra) RICHARD



est toujours
la merveille
photographique

Il donne
l'image vraie
superposable avec
la réalité

NOUVEAUTÉS!

VÉRASCOPES 45×107, 6×13

à mise au point automatique, obturateur chronométré à rendement maximum, objectifs f : 4,5. Magasin à chargement instantané se manœuvrant dans toutes les positions

Le modèle 45×107 donne le 1/400^e de seconde

VÉRASCOPE 7×13 simplifié

le moins cher des appareils stéréoscopiques de ce format idéal

POUR LES DÉBUTANTS

Le GLYPHOSCOPE
a les qualités fondamentales du Vérascope
Modèles 45×107 et 6×13

POUR LES DILETTANTES

L'HOMÉOS

permet de faire 27 vues stéréoscopiques sur pellicule cinématographique en bobines se chargeant en plein jour.

BAROMÈTRES enregistreurs et à cadran

Catalogue gratis : Établ^{ts} J. RICHARD, 25, r. Mélingue

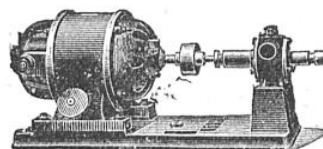
R. C. S. 174.227

L'EAU CHEZ SOI

par la pompe rotative

“ELVA”

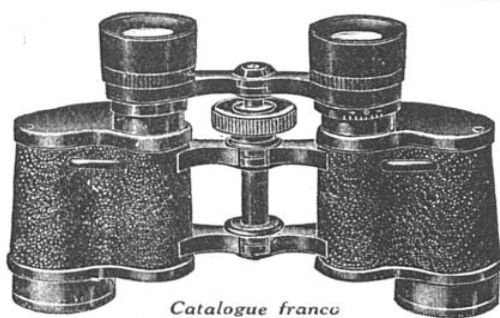
aspirante et foulante



GROUPES ÉLECTRO
et MOTO-POMPES
POMPES A MAIN

POMPES ET MACHINES “ELVA”

10, Rue du Débarcadère
PARIS (17^e)



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

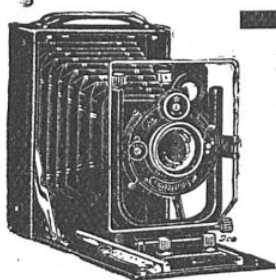
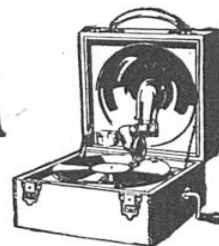


PHOTO-OPÉRA

21, rue des Pyramides
(av. Opéra) - PARIS-1^{er}



Appareils de Marque

(VENTE ET ÉCHANGE)

Foldings "Idéal" - Reflex Ica
Rolléidoscop - Kinamo - 15 et 25^m
Motocaméra, le ciné idéal des vacances

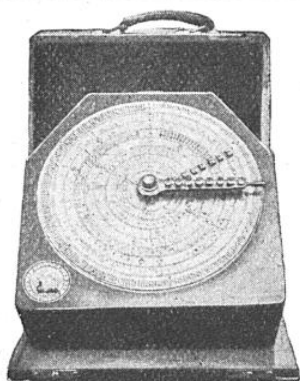
PHONOS PORTATIFS depuis. 195 fr.
OPÉRA - COLIBRI - PIXIE GRIPPA
GRAMOPHONE - COLUMBIA, etc...

CATALOGUE PHOTO ET CINÉMA CONTRE 1 fr. 50

T.S.F.

POSTES COMPLETS "RADIO-OPÉRA"
POSTES en PIÈCES DÉTACHÉES
Faciles à construire avec connexions

Catalogue
RADIO ET MONTAGES
3.50
Notice : 0.50



ENTREPRENEURS, ARCHITECTES, voici

"Washington, la machine pour calculer le Béton armé"

(Nouveau modèle)

Donne les fers en tension, en compression, les étriers, les hauteurs, largeurs, épaisseurs du béton, pour toutes charges et portées ou moments, pour toutes les poutres, dalles, hourdis, consoles, piliers (avec ou sans flambement), réservoirs, semelles de fondation, etc..., etc..., avec variation des moments d'encastrement, des modules, des taux de travaux du fer et du ciment, etc..., etc... Les résultats des calculs sont donnés instantanément, en conformité de la circulaire ministérielle ou de toute autre méthode, au choix.

Résultats rigoureux, garantis, instantanés, à la portée de tous

Prix insignifiant par rapport aux services rendus

Envoi à l'essai gratuit (En France) —::— Agents généraux
demandés à l'étranger et aux colonies

S. REYBAUD, ING. E. I. M., 37, RUE SÉNAC, MARSEILLE



Breveté S. G. D. G.
à feu vit ou continu.

UN SEUL **ROBUR SCIENTIFIC**

assure

CHAUFFAGE CENTRAL, CUISINE, EAU CHAUDE,
de 3 à 10 pièces, grâce à son nouveau procédé de
Combustion concentrée, complète et fumivore.

NOTICE FRANCO

ODELIN. NATTEY, BOURDON, 120, RUE DU CHATEAU-DES-RENTIERS, PARIS

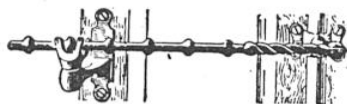
MARQUE **JP** DÉPOSÉE

La plus ancienne et la plus réputée des marques
de fabriques dans l'industrie des articles en
acier poli nickelé.

Quand vous achetez :

- 1 Tire-bouchon
- 1 Casse-noix
- 1 Arrêt à boule de porte
- 1 Entre-bâillement de fenêtre

Exigez la marque JP
GARANTIE ABSOLUE



Entre-bâillement de fenêtre

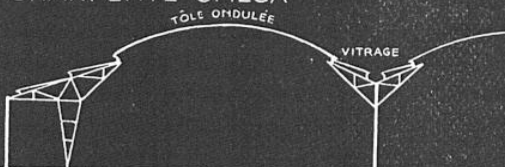
EN VENTE PARTOUT

GRANDS MAGASINS, QUINCAILLIERS ET BAZARS

Gros : **J-P**, 100, boul. Richard-Lenoir, PARIS

FORGE DE STRASBOURG
CONSTRUCTIONS ÉCONOMIQUES
EN SÉRIE

CHARPENTE OMÉGA



GARAGES AUTOS
GARAGES VÉLOS

Marcel Eugène

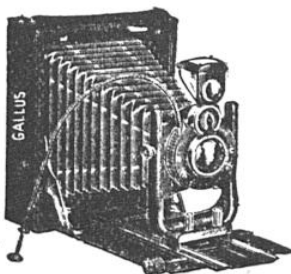
CAHEN

10, rue François Ponvard

AGENT POUR LA
RÉGION
PARISIENNE

écrire ou téléphoner,
il est
à votre disposition

aut. 25 28



Les Établissements ROBERT LÉCLUSE

56, rue Traversière, Paris-12^e (Diderot 03-85)

procurent à **crédit** aux conditions du **comptant** les appareils photos,
phonos, T. S. F., de toutes marques françaises et étrangères, aux prix imposés
par les fabricants, sans aucune majoration et sans aucuns frais d'intérêt.

Conditions générales de paiement : 20 % du prix de l'appareil à la commande, le
solde réparti en 12 mensualités égales. La première mensualité est payable un mois après
livraison de l'appareil. Une garantie de deux années accompagne chaque appareil vendu.
Notice sur appareil désigné et renseignements complémentaires sont envoyés, par retour
du courrier, contre 0 fr. 75. En cas de non-convenance, nos appareils sont échangés.

MAGASIN OUVERT LE DIMANCHE JUSQU'À MIDI

CATALOGUES : A, Photographie. — B, Phonographes. — C, T. S. F.

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

UNE MAISON
QUI SUIV SON MAITRE

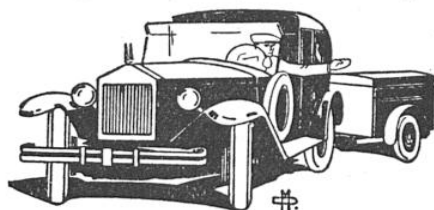
CHALET-REMORQUE

«STELLA»

BREVETÉ EN TOUS PAYS

3 Pièces

Armature duralumin - Traction nulle - Réservoir d'eau
:: Chauffage - Lit à sommiers élastiques ::



POUR

LA PLAGE - LA MONTAGNE
L'EXCURSION - LES COLONIES



IMPERMÉABILITÉ ABSOLUE
"STELLA"

Démunie de son contenu, peut transporter
500 kilos de charge utile pour livraison

111, Faub. Poissonnière - PARIS (9^e Arrond^t)
Envoi de la notice illustrée franco en vous recommandant de "La Science et la Vie"

LA MAISON DES RANDONNÉES

Suppression des piles et accus



APPAREIL D'ALIMENTATION

BARDON

sur courant alternatif

CARACTÉRISTIQUES. — Appareil étudié pour l'alimentation des récepteurs extrêmement sensibles : Superhétérodynes, Radiomodulateurs, etc...

AVANTAGES. — Réception aussi pure qu'avec les accus. — 4 centimes par heure d'écoute pour un Superhétérodyne 7 à 8 lampes. — Se branche instantanément à la place des batteries.

L'appareil est vendu, soit monté,
soit en pièces détachées, avec
schéma de montage.

NOTICES FRANCO SUR DEMANDE AUX

Et^{ts} BARDON 61, boul. Jean-Jaurès, Clichy
Tél. : Marcadet 06-75 et 15-71

Montez entièrement votre récepteur en pièces



IGRANIC & IGRANIC-PACENT

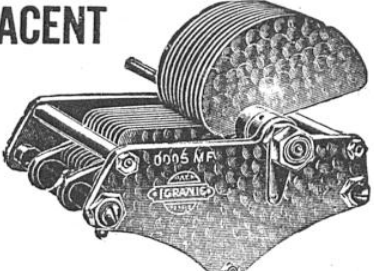
A FAIBLES PERTES

Bobines et supports — Variomètres — Transformateurs BF et HF —
Condensateurs variables simples et doubles — Jacks et Fiches — Rhéostats et Potentiomètres — Cadre pliant — Démultiplicateur « Indigraph »
« PHONOVOX », reproducteur électrique pour Phonographe

Catalogue et tarif sur demande Toutes pièces visibles chez

L. MESSINESI CONCESSIONNAIRE

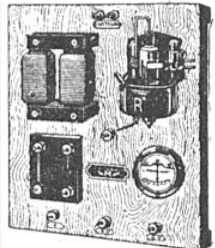
11, rue de Tilsitt - PARIS - Place de l'Etoile
Téléphone : Carnot 53-04 et 53-05 R. C. Seine 224-643



CHARGER soi-même ses ACCUMULATEURS
sur le Courant Alternatif devient facile
avec le

CHARGEUR L. ROSENGART

B. S. 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

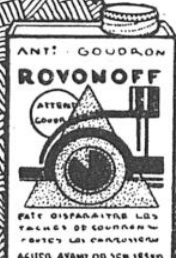
**SIMPLICITÉ
SÉCURITÉ
ÉCONOMIE**

Notice gratuite sur demande
21 Champs-Élysées - PARIS
TÉLÉPHONE : ELYSÉES 66 60

5 ANS D'EXPÉRIENCE
15 000 APPAREILS
EN SERVICE

Publicité : H. DUPIN, Paris

**L'ANTI GOUDRON
ROYONOFF**



**Fait disparaître
instantanément
le goudron sur
les carrosseries
sans attaquer
la peinture
ni altérer le
vernis.**

**Aucun produit
au monde ne
peut lui être
comparé.**

BOUCHER Frères
13 bis, r. Émile-Deschanel
ASNIÈRES (Seine)

Il existe depuis fort longtemps des appareils bon marché,
de même des appareils de qualité; mais des appareils aussi
remarquables, à des prix aussi avantageux que les

Nouveaux Modèles VOIGTLÄNDER

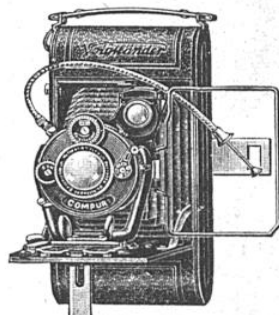
c'est incontestablement une **innovation.**

.....

Demandez à votre revendeur habituel de vous faire la démonstration des nou-
veaux modèles VOIGTLÄNDER, ou faites-vous adresser le catalogue illustré.

.....

SCHOBER et HAFNER, 3, r. Laure-Fiot, Asnières (Seine)



Les Etablissements HORACE HURM Fondés en 1910

Créateurs du **POSTE VALISE** (1921), présentent, pour vos vacances,

LES "MICRODION-MODULATEUR" à 4 et 5 lampes

UN SEUL Poste pour le **VOYAGE** et la **MAISON**

Donne en fort haut-parleur
SUR ANTENNE
INTÉRIEURE

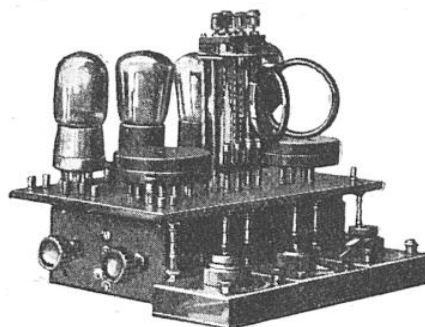
les Postes étrangers

avec

4 LAMPES

(Changeur de fréquence)

CATALOGUE J illustré
(remboursable) : 1 fr. 50



Donne en fort haut-parleur
SUR ANTENNE
INTÉRIEURE

les Postes locaux

avec

2 LAMPES

(Autodyne)

NOTICE Modulateur : 0 fr. 50

Horace HURM

Microdion-Modulateur M. M. 4 (1928)
se plaçant dans la "CARROSSERIE" choisie :
meuble ou valise (conception 1924)

**14, r. J.-J.-Rousseau
PARIS-1^{er} (Entresol)**

PILE FÉRY

PILE SÈCHE GGP

à dépolarisation par l'air

SONNERIES, TÉLÉPHONES, PENDULES, SIGNAUX, T. S. F., etc...

Un zinc et une charge durent :

TENSION-PLAQUE **750 heures**
4 lampes (Bie 005)

TENSION-PLAQUE **1.500 heures**
6 lampes (Bie 05)

CHAUFFAGE DIRECT **1.000 heures**
sans accus (Pile SUPER 3)

Durée d'écoute :

TENSION-PLAQUE **1.600 heures**
3 lampes - Bie 32.71

TENSION-PLAQUE **800 heures**
6 lampes - Bie 32.71

CH. DES FILAMENTS **800 heures**
4 lampes - Bie 4.63

ETABLISSEMENTS GAIFFE-GALLOT & PILON

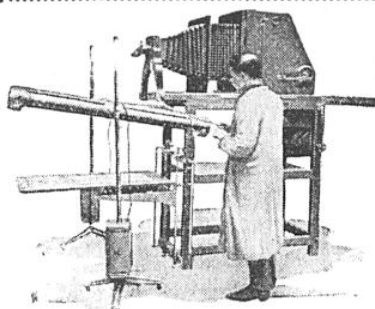
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 12.000.000 DE FRANCS

23, rue Casimir-Périer, 23 - PARIS (7^e arrond^t)

Téléph. : Littré 26-57 et 26-58

R.C. SEINE 70.761

Succursales à : BRUXELLES, 98, rue de la Senne - LILLE, 8, rue Caumartin - LYON, 25, quai de Tilsitt

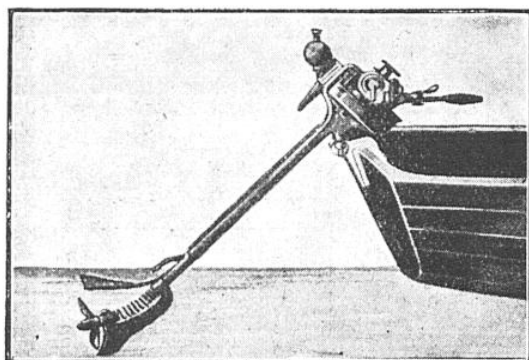


Le REPROJECTOR

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.

Démonstrations, Références, Notices : **DE LONGUEVAL & C^{ie}, const^{rs}, 17, rue Joubert, Paris**



MICRORAMEUR

MARIN OU AÉRIEN

DEMANDEZ LA NOTICE FRANCO

170, Avenue des Batignolles
SAINT-OUEN (Seine)

RADIOFOTOS H.F.

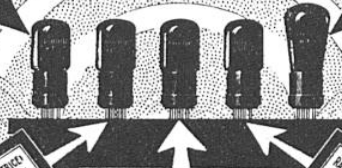
Caractéristiques
*Dispositif 4+ - 80 lampes
 Intensité sonore 100 x 100
 Courant de saturation 120 mA
 Coefficient d'usage 10 - 15
 Résistance 400 - 2000 ohms etc.*

Prix: 37'50

LAMPES

FOTOS

Une lampe étudiée pour chaque besoin



BASSE FRÉQUENCE FOTOS B.F.

Caractéristiques
*Dispositif 3+4+ - 8 lampes
 Intensité sonore 100 x 100
 Courant de saturation 120 mA
 Coefficient d'usage 10 - 15
 Résistance 400 - 2000 ohms*

Prix: 40'

BIGNILLE ACCOUPLÉE

*Amplificateur de puissance à tubes
 pour 1000 watts de puissance
 Courant de saturation 120 mA
 Coefficient d'usage 10 - 15
 Résistance 400 - 2000 ohms
 Prix: 40'*

RADIOFOTOS M.F

*Appareil pour amplification moyenne fréquence
 basée des résistances accouplées*

*Dispositif 4+ - 80 lampes - Son puissant
 Courant de saturation 120 mA
 Coefficient d'usage 10 - 15
 Résistance 400 - 2000 ohms
 Prix: 37'50*

RADIOFOTOS ELECTRIQUE D

*Amplificateur de puissance à tubes
 pour 1000 watts de puissance
 Courant de saturation 120 mA
 Coefficient d'usage 10 - 15
 Résistance 400 - 2000 ohms
 Prix: 37'50*

FABRICATION GRAMMONT

Protégez vos fabrications contre la ROUILLE

PAR LA

PARKERISATION

EXIGEZ DE VOS FOURNISSEURS DES MARCHANDISES

PARKERISÉES

dont la durée sera illimitée

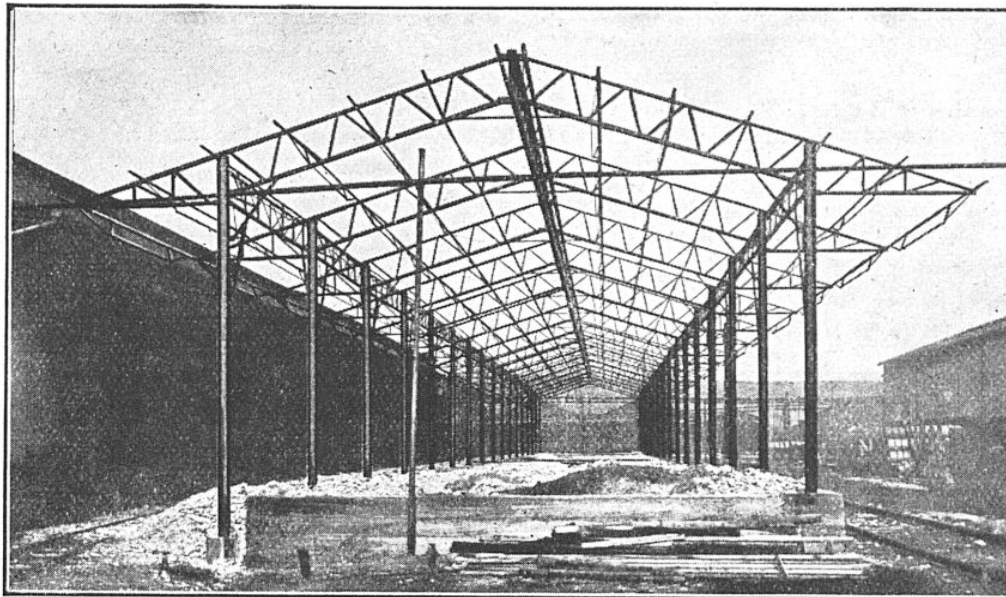
**Société Continentale
PARKER**

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

La SÉRIE 39 à LA MAILLERAYE-s.-SEINE (Seine-Inf.)



Nous avons le plaisir, ce mois-ci, de soumettre à nos honorés lecteurs une photographie de l'ossature métallique d'un hangar dans la SÉRIE 39 livrée à la SOCIÉTÉ DES HUILERIES DE LA MAILLERAYE et posé par la MAISON RICHER, de CAUDEBEC-EN-CAUX.

Cette construction présente quelques caractéristiques assez intéressantes. D'abord, elle est montée exclusivement en éléments de notre SÉRIE 39 de hangars en acier. Ensuite, quoique mesurant 80 mètres de long, elle a été livrée entièrement de nos réserves en magasin, le chargement sur wagon s'effectuant le *onzième jour* après la réception de la commande ferme.

Etant intimement persuadés que nos honorés lecteurs seraient heureux de connaître les dimensions exactes de cette construction ainsi que son prix, nous pouvons, sans indiscretion, soumettre à leur approbation les renseignements suivants :

Longueur totale.....	80 m. 66.
Portée entre les faces intérieures des poteaux.....	7 mètres.
Largeur totale, avec auvents des deux côtés.....	11 mètres.
Hauteur sous auvent.....	4 mètres.
Superficie totale.....	887 mètres carrés.
La facture se détaillait de la manière suivante :	
17 fermes n° 16 bis de la SÉRIE 39, complètes avec auvents des deux côtés, au prix unitaire de 780 francs.....	13.260 »
16 séries de poutres sablières et poutres faitières (dites entretoises) pour relier les fermes entre elles, au taux de 441 francs.....	7.056 »
224 pannes en acier à treillis pour toiture en fibro-ciment ondulé....	7.984 »
210 éclisses métalliques, au taux de 7 francs.....	1.470 »
PRIX GLOBAL	29.770 »

La réussite parfaite de ce grand hangar dépend du fait que nos honorés clients ont su se rendre compte de la très grande commodité de la SÉRIE 39, qui leur a permis de se rendre acquéreurs, sans aucun délai, d'une construction non seulement relativement importante en elle-même et peu coûteuse, mais qui leur donne en même temps exactement le hangar qu'ils désirent et qu'ils peuvent prolonger à tout instant lorsqu'il leur plaira d'y ajouter d'autres travées.

En effet, la SÉRIE 39 est d'un emploi universel. Elle se trouve en 74 départements et en toute colonie française ainsi qu'en bien d'autres pays d'outre-mer. Nous fabriquons à l'avance 28 modèles distincts, et toute notre énergie se concentre sur la production et la mise en magasin d'un stock suffisant de chaque modèle nous permettant de donner à nos honorés lecteurs cette livraison immédiate qu'ils réclament de plus en plus.

A tout lecteur intéressé, nous nous ferons un plaisir d'envoyer franco et par retour de courrier une brochure donnant les prix et les dimensions des 1.200 combinaisons possibles dans la SÉRIE 39.

NOTA. — Pour visiter cette construction, il faudra demander l'autorisation au siège social des Huileries de la Mailleraye, 79, rue de Miromesnil à Paris.

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

FAITES VOTRE PUBLICITÉ

PAR

Les Nouvelles lumineuses

35, boulevard des Capucines, 35

PRÉSENTÉES PAR

LA PUBLICITÉ UNIVERSELLE

7, boulevard Bonne-Nouvelle, 7

Téléphone : Louvre 09-51 et 17-19

Cet appareil est situé en plein centre, à
proximité des Grands Etablissements :

GRAND HOTEL - AMERICAN EXPRESS
HOTEL SCRIBE - DAILY MAIL
CHICAGO TRIBUNE
COMPAGNIE DES WAGONS-LITS
SOCIÉTÉ GÉNÉRALE
NORDEUTSCHER LLOYD
GALERIES LAFAYETTE, etc., etc...

Demandez
la visite d'un de
nos représentants



Demandez
la visite d'un de
nos représentants



LE DIORAMA-ANNONCES DES CAPUCINES

PUBLICITÉ ANIMÉE

35, boulevard des Capucines, 35

(face rue Scribe, près la place de l'Opéra)

PRÉSENTÉ PAR

LA PUBLICITÉ UNIVERSELLE

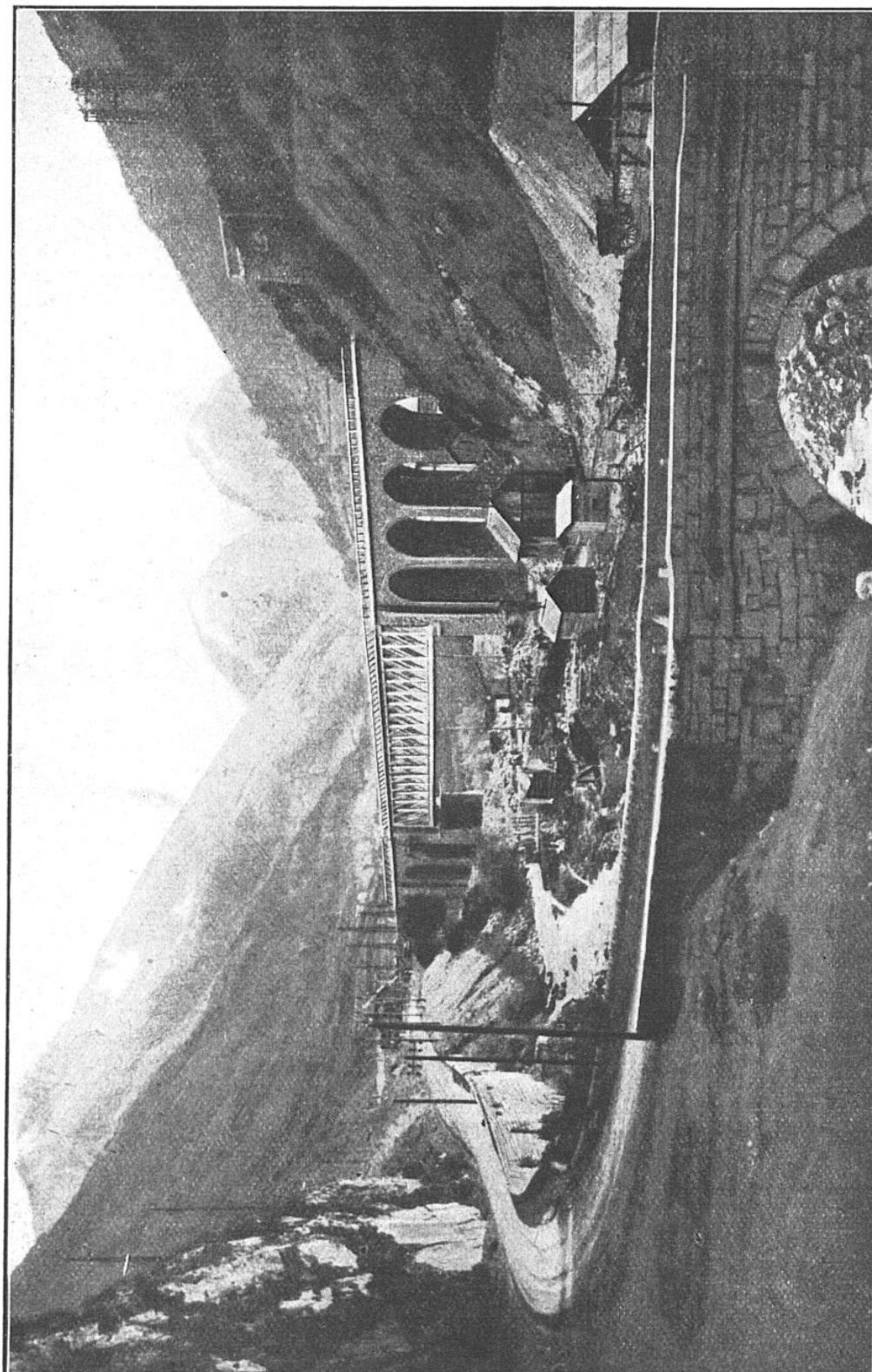
7, boulevard Bonne-Nouvelle, 7

*****O*****

Vues cinématographiques réclames de panoramas animés.
Scènes de tous genres, Plages et Casinos, Actualités, présentées tous
les soirs à la foule d'étrangers et de promeneurs sillonnant les
grands boulevards.

La traction électrique a vaincu les Pyrénées.. .. .	T. Godard	89
	Ingénieur en chef de la construction à la C ^{ie} des Chemins de Fer du Midi, professeur à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.	
Une machine qui, avec cinq ouvriers, en remplace cent, pour la pose des câbles électriques souterrains.. .. .	Jacques Maurel	99
Le cinéma en couleurs est réalisé industriellement. . . .	Jean Caël	101
La production radioélectrique de la musique.	Joseph Roussel	108
Le remarquable développement de l'aviation tchécoslovaque.	Général A. Niessel	111
Qu'est-ce que l'astrophysique ?	Albert Nodon	119
	Président de la Société Astronomique de Bordeaux.	
La chauffe au charbon pulvérisé à bord des navires.. ..	E.-R. Darteville	126
Les grands voyages des oiseaux migrateurs.. .. .	Maurice Boubier	131
	Docteur ès sciences.	
Pourquoi et comment emploie-t-on les engrais chimiques ?	P. Boisshot	137
	Ingénieur agronome, directeur du Jardin d'essais des plantes à parfum de Grasse.	
Une expérience industrielle de MM. Claude et Boucherot sur l'utilisation de l'énergie thermique des océans. . .	Jean Labadié	145
La XX ^e Foire de Paris	René Doncières	151
L'électricité	—	151
La mécanique.	—	157
Les moteurs	—	162
Le chalumeau.	—	162
Le matériel de bureau et la construction	—	164
Comment on contrôle la résistance des alternateurs.. ..	J. M.	165
La T. S. F. en voyage.. . . .	J. M.	166
L'électricité à la campagne.. .. .	A. Caputo.	167
Les A côté de la Science (Inventions, découvertes et curiosités)	V. Rubor	169
Le plus gros avion du monde.	S. et V.	173
A travers les revues.	S. et V.	174

La manutention mécanique se substitue chaque jour davantage à la main-d'œuvre humaine, notamment dans le domaine des travaux de terrassement. Dans cet ordre d'idées, on vient de construire en Allemagne une curieuse « mécanique », que nous représentons sur la couverture du numéro, et qui est capable de creuser une tranchée, d'y placer un câble électrique, de la combler et de niveler le sol après son passage, de telle sorte que toutes ces opérations sont faites simultanément sans que l'aspect du terrain soit modifié après ce travail accompli. Non seulement cette machine exécute parfaitement ces diverses opérations qui nécessitaient une main-d'œuvre onéreuse et nombreuse, mais encore permet de réaliser de sensibles économies de temps et d'argent. Là où il fallait jadis cent ouvriers, il n'en faut plus que cinq, et le prix de revient de la pose du câble est abaissé de 75 %. Cette nouvelle machine rendra service dans l'électrification des grandes régions, tant pour l'établissement des réseaux téléphoniques que pour le transport de l'énergie électrique, qui, de plus en plus, sont assurés par les canalisations souterraines. (Voir l'article descriptif, page 99.)



VIADUC MÉTALLIQUE ET EN MAÇONNERIE A L'ENTRÉE DE LA GARE D'URDOS, SUR LA LIGNE TRANSPYRÉNÉENNE DE BEDOUS A LA FRONTIÈRE

Le viaduc comporte six arches de huit mètres d'ouverture et une travée métallique de soixante mètres de portée.

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, Août 1928 - R. C. Seine 116.544

Tome XXXIV

Août 1928

Numéro 134

LA TRACTION ÉLECTRIQUE A VAINCU LES PYRÉNÉES

Par T. GODARD

INGÉNIEUR EN CHEF DE LA CONSTRUCTION A LA COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DU MIDI
PROFESSEUR A L'ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSEES

Entre la France et l'Espagne, il n'y avait, jusqu'ici, que deux lignes de chemins de fer pour les relier : à l'ouest, Hendaye-Irun ; à l'est, Cerbères-Port-Bou. Grâce à la traction électrique, les Pyrénées viennent d'être franchies par deux lignes nouvelles qui escaladent la chaîne montagneuse : l'une, entre Bedous (France) et Jaca (Espagne) ; l'autre, entre Ax-les-Thermes (France) et Puigcerda (Espagne). Pour le chemin de fer électrique, il n'y a plus de Pyrénées ! On voit immédiatement l'essor économique qui peut en résulter pour les deux nations voisines et, au point de vue technique, l'admirable effort qui a été accompli pour gravir des pentes de 45 millimètres par mètre, alors qu'avec la traction à vapeur on atteignait à peine 33 millimètres par mètre. Cette véritable ascension a permis d'éviter le percement de longs tunnels, qui, jadis, était si onéreux pour les lignes de montagne. Nous avons pensé qu'il était intéressant de montrer ici, à nos lecteurs, sous la signature d'un des ingénieurs les plus autorisés et les plus éminents, comment la technique moderne a permis d'établir les chemins de fer transpyrénéens et d'utiliser ainsi la houille blanche des Pyrénées par un aménagement rationnel de cette source si féconde d'énergie électrique.

L'HISTOIRE de la traversée en souterrain des grandes chaînes de montagnes par des voies ferrées est relativement courte, puisque la première traversée des Alpes, celle du mont Cenis, date de 1871. Cependant les conséquences de cette entreprise ont été considérables : dans une certaine mesure, l'influence de l'exécution des percées successives des Alpes sur la direction des grands courants du trafic international peut soutenir une comparaison avec celle exercée par le percement de l'isthme de Suez. Elles n'ont été pratiquement rendues possibles qu'avec l'apparition de la perforatrice mécanique due à l'ingénieur Sommeiller et à l'emploi des explosifs puissants, tels que la dynamite.

Pour apprécier l'importance d'une percée de ce genre, il suffit de rappeler l'importance attachée par l'Allemagne à la ligne du

Saint-Gothard, qui détournait sur Gênes et les chemins de fer allemands le trafic de l'Orient et visait à détrôner Marseille. Aussi voit-on, dans un court espace de temps, les percées des Alpes se multiplier. En une trentaine d'années, s'ouvrent, après le Saint-Gothard, l'Arlberg, le Simplon et le Lötschberg, pour s'en tenir à la seule chaîne des Alpes.

Pourquoi les Pyrénées n'étaient pas encore traversées par des lignes de chemins de fer

Les dépenses nécessitées par ces grands souterrains sont tellement considérables qu'on ne les engage que pour des buts politiques ou économiques d'une importance toute spéciale : pour le Saint-Gothard, qui est en Suisse, on sait que l'Allemagne en a payé une grande partie. C'est ce qui

explique, sans doute, pourquoi la chaîne des Pyrénées, qui sépare la France de l'Espagne au moins aussi complètement que celle des Alpes, la France de l'Italie, n'offre pas encore de percées correspondantes.

Les deux lignes de chemins de fer qui réunissent, à l'heure actuelle, la France à l'Espagne, passent, sans tunnel de faite, aux deux extrémités des Pyrénées françaises. Jusqu'à ces dernières années, ces lignes ont suffi, à peu près, aux besoins du trafic d'échanges entre les deux pays. Les courants de trafic international pouvant s'établir, à travers l'Espagne, par voie de terre, étaient peu importants, et cela pour des raisons di-

Le développement de la traction électrique a été un des facteurs déterminants de l'établissement des lignes transpyrénéennes

Mais un autre phénomène économique a influé considérablement sur la construction des lignes transpyrénéennes : le développement intensif de la traction électrique, qui a permis de diminuer sensiblement les dépenses d'établissement et d'exploitation des lignes.

Quand on établit une ligne de ce genre, qui comporte, naturellement, un souterrain de faite, on cherche à diminuer le plus pos-



CARTE MONTRANT LE TRACÉ DES DEUX VOIES TRANSPYRÉNÉENNES : CELLE DE BEDOUS VIENT D'ÊTRE INAUGURÉE, CELLE D'AX-LES-THERMES SERA ACHÉVÉE EN 1929

verses. Le peu de richesse de l'Espagne était une des causes et les frais de transbordement aux frontières, dus aux différences d'écartement entre la voie française et espagnole, en étaient une autre.

Aussi les marchandises à destination de l'Espagne, provenant de pays autres que la France, étaient-elles pratiquement transportées plus vite et à meilleur compte par mer jusqu'au port espagnol le plus proche du point de destination.

Il a fallu des motifs diplomatiques importants, d'une part, et, d'autre part, le développement considérable de notre empire africain, ainsi que le développement économique de l'Espagne, pour amener les deux pays voisins à engager les travaux importants nécessités par l'établissement de lignes internationales à travers une chaîne montagneuse comme les Pyrénées (1).

(1) Le tunnel de Gibraltar est appelé à accentuer encore l'importance du trafic entre l'Europe et l'Afrique. Voir *La Science et la Vie*, n° 131, mai 1928, page 443.

sible la longueur de ce souterrain, qui constitue la partie la plus coûteuse, en perçant la montagne à une altitude aussi élevée que possible. On n'est arrêté, dans cet ordre d'idées, que par les difficultés dues aux avalanches et par la nécessité, tant que l'on exploite à la vapeur, de ne pas dépasser la limite de 33 millimètres par mètre pour les rampes d'accès.

Or, les Pyrénées s'élèvent en murailles abruptes du côté français, pour descendre en pente douce du côté de l'Espagne. Pour s'élever assez haut sur le versant français, il faudrait recourir à des ouvrages importants et surtout à de nombreux souterrains. En fait, et malgré ces artifices, un transpyrénéen avec la traction à vapeur et sous le col le plus bas des Pyrénées nécessiterait encore un souterrain de 13 kilomètres de longueur.

La traction électrique a autorisé l'emploi courant de rampes de 45 millimètres, permettant de diminuer la longueur des lignes à construire et, naturellement, celle des souterrains de faite. On a pu ainsi envisager

la construction de lignes transpyréennes, qui présentent un intérêt considérable et immédiat pour l'établissement de relations plus aisées et plus rapides entre les régions françaises et espagnoles les plus voisines des Pyrénées. D'ailleurs, les deux gares frontières actuelles commencent à ne plus suffire au trafic qui devrait normalement les emprunter et qui s'échange, en grande partie, par mer.

Les lignes transpyréennes récentes ou en construction

La première ligne transpyréenne, établie à une époque relativement récente, a été, en fait, la ligne de *Villefranche à Bourg-Madame*, ouverte en 1911. Cette ligne, à voie de 1 mètre, avec une déclivité de 60 millimètres, à traction électrique et à peu près suivant le modèle de la ligne de *Chamonix*, franchit le col de la Perche à 1.800 mètres d'altitude et sans aucun souterrain de faite. Ce n'est donc pas une ligne internationale, puisqu'elle n'aboutit à aucune gare frontière. Son importance est cependant considérable parce qu'elle met en communication la Cerdagne française avec le reste du pays. Cette ligne offre un intérêt touristique de premier ordre, et des milliers de voyageurs qui, chaque année, vont chercher, dans le climat incomparable de la Cerdagne, un repos pour le surmenage de la vie moderne, emportent un souvenir inoubliable des paysages de ce pays au caractère si particulier et si attachant

Deux lignes internationales à voie normale ont été établies presque simultanément. L'une, celle de Bedous à Jaca, vient d'être récemment terminée. Elle passe, en souterrain, au-dessous du col du Somport, qui, depuis l'antiquité, a été une des routes des invasions, en France, venant du Midi.

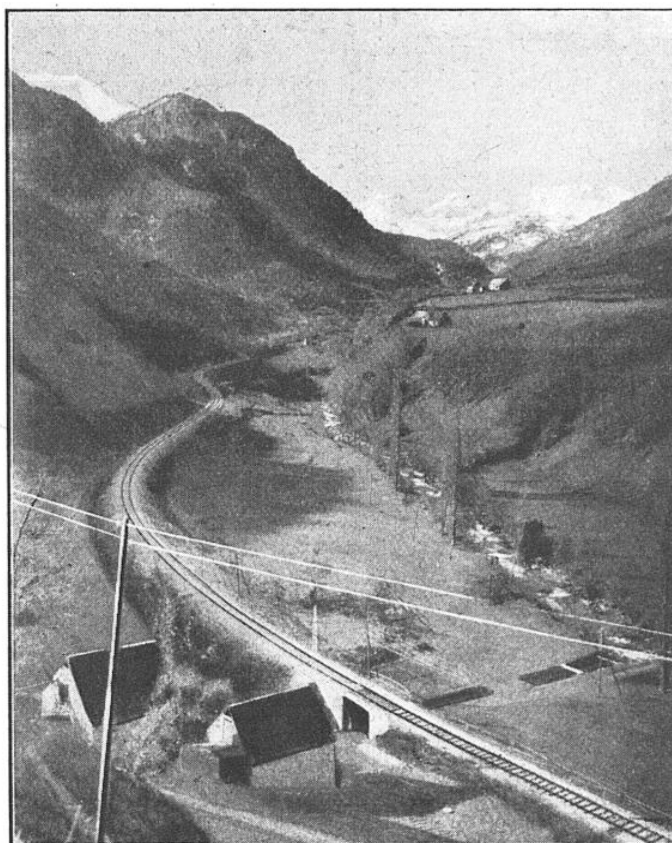
L'autre, qui réunira directement Toulouse à Barcelone, est celle d'Ax-les-Thermes à Puigcerda. Elle passe au-dessous du col de Puymorens.

Une troisième sera établie, plus tard, entre Saint-Girons et Lerida, en passant sous le col de Salau, dans les Pyrénées centrales.

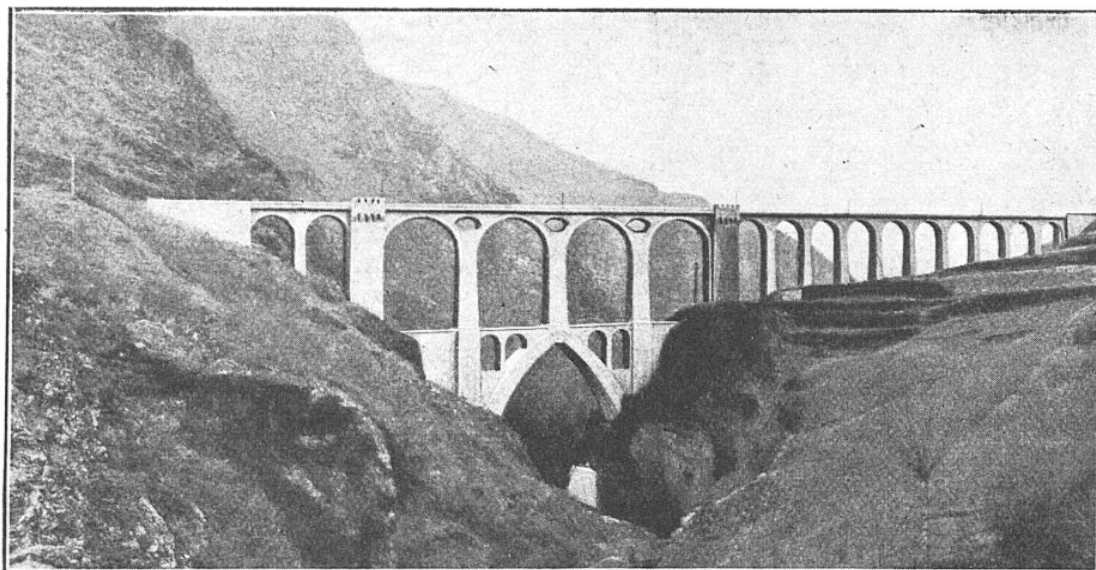
La longueur du tunnel du Somport est de 7.875 mètres ; celle du souterrain de Puymorens est de 5.355 mètres.

Ces deux lignes sont établies en vue de la traction électrique. Ce fait entraîne des conséquences importantes. Le tracé d'une ligne électrique est beaucoup plus souple que celui d'une ligne à vapeur,

puisqu'il permet d'utiliser, non seulement des rampes beaucoup plus fortes, mais aussi des courbes de plus petit rayon. Le tracé peut donc épouser le terrain de plus près. C'est pourquoi on n'y trouve pas de ces viaducs gigantesques qui faisaient, autrefois, la gloire d'un ingénieur ; les ponts, comme ceux de Garabit et du Viar, ne sont pas de mise ici, et si l'on rencontre, sur une ligne de ce genre, un ouvrage imposant, il y a gros à parier qu'il a été recherché en vue d'un effet esthétique à produire, en laissant de côté toutes considérations d'économie.



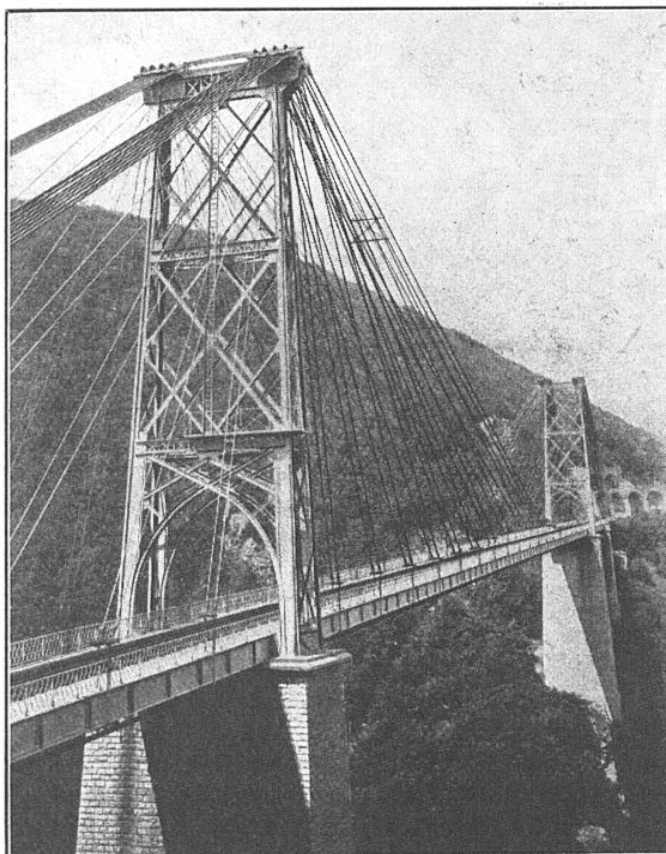
CETTE VUE PARTIELLE DE LA LIGNE DE BEDOUS A LA FRONTIÈRE DONNE UNE IDÉE DES FORTES RAMPES QUE LA TRACTION ÉLECTRIQUE PERMET DE GRAVIR, CE QUI ÉVITE LA CONSTRUCTION DE LONGS TUNNELS



L'utilisation de l'électricité permet donc de remonter sans difficulté des vallées sauvages et, par suite, particulièrement pittoresques.

L'électricité est utilisée à la traction des trains sous forme de courant continu à 1.500 volts, conformément aux règles adoptées pour l'ensemble des chemins de fer français.

Le courant à haute tension, sortant des usines génératrices sous forme de courant triphasé à 60.000 volts, est amené à des sous-stations de transformation, où il est transformé en



DEUX OUVRAGES D'ART DE LA PREMIÈRE LIGNE TRANS-PYRÉNÉENNE A VOIE ÉTROITE DE UN MÈTRE : DE VILLE-FRANCHE A BOURG-MADAME

En haut, le pont type Séjourné ; en bas, pont suspendu rigide, type Gisclard. (Voir La Science et la Vie, n° 117, page 177.)

courant continu à 1.500 volts.

Le nombre de ces sous-stations et l'importance des groupes convertisseurs installés dépendent essentiellement du nombre de trains à alimenter journellement et de la puissance absorbée par chacun de ces trains.

Entre Bedous et Canfranc, on trouve deux de ces sous-stations et trois entre Axles-Thermes et Puigcerda.

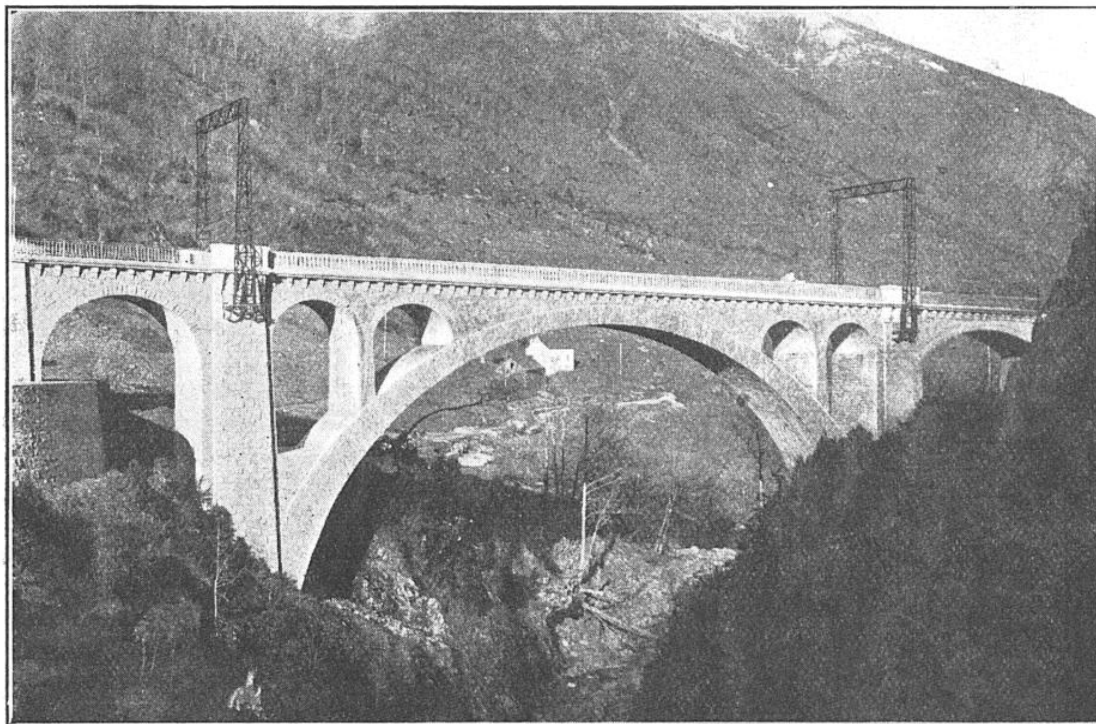
Le courant continu, ainsi produit, est déversé sur le fil de travail, où les locomotives le prennent au moyen d'archets. Ces loco-

motives seront de types et de puissances variables. Les plus puissantes, développant, en moyenne, 1.500 ch, pourront traîner à deux des express composés de sept voitures des derniers modèles de grandes lignes et deux fourgons, à la vitesse de 35 kilomètres à l'heure sur des rampes de 43 millimètres.

Le courant fait retour aux sous-stations par l'intermédiaire des rails de la voie, qui sont connectés entre eux au moyen de bandes de cuivre.

Canfranc, située en Espagne sur le rio Aragón, en pente de 4 millimètres. Pour gagner de la hauteur dans la vallée d'Aspe, on a eu recours à un souterrain hélicoïdal de 1.750 mètres.

Le transpyrénéen d'Ax-les-Thermes à Ripoll, qui sera ouvert en 1929, prolonge la ligne de Toulouse à Ax-les-Thermes. Jusqu'à la frontière, la ligne s'étend sur une longueur de 42 kilomètres. Elle part d'Ax-les-Thermes, à la cote 700 mètres, s'élève rapidement par



VIADUC DU « PEILHOU » (ARC DE 40 MÈTRES) SUR LA LIGNE DE BEDOUS A LA FRONTIÈRE

Tous les signaux seront lumineux de jour comme de nuit, éclairés à l'électricité suivant les derniers types expérimentés sur les chemins de fer.

La ligne de Bedous à Jaca, qui vient d'être ouverte à l'exploitation, a une longueur d'environ 33 kilomètres, dont 28 kilomètres en territoire français et 5.000 mètres en territoire espagnol. Elle part de la gare de Bedous à 400 mètres d'altitude, en suivant la vallée du gave d'Aspe, pour remonter, à l'aide de rampes atteignant parfois 43 millimètres, jusqu'au souterrain du Somport.

Dans ce souterrain, la rampe s'abaisse à 34 millimètres jusqu'au point culminant situé à la cote 1211 mètres. La ligne redescend ensuite sur la gare internationale de

la vallée de l'Ariège, sur des rampes de 40 millimètres, jusqu'au souterrain de Puy-morens, pour aboutir dans la vallée du Carol, affluent du Segre, en Cerdagne française. La pente dans le souterrain est de 34 millimètres du côté Ariège et de 3 millimètres du côté Carol. On trouve, sur le parcours, un souterrain hélicoïdal de 1.750 mètres de long, comme sur la ligne de Bedous à Jaca.

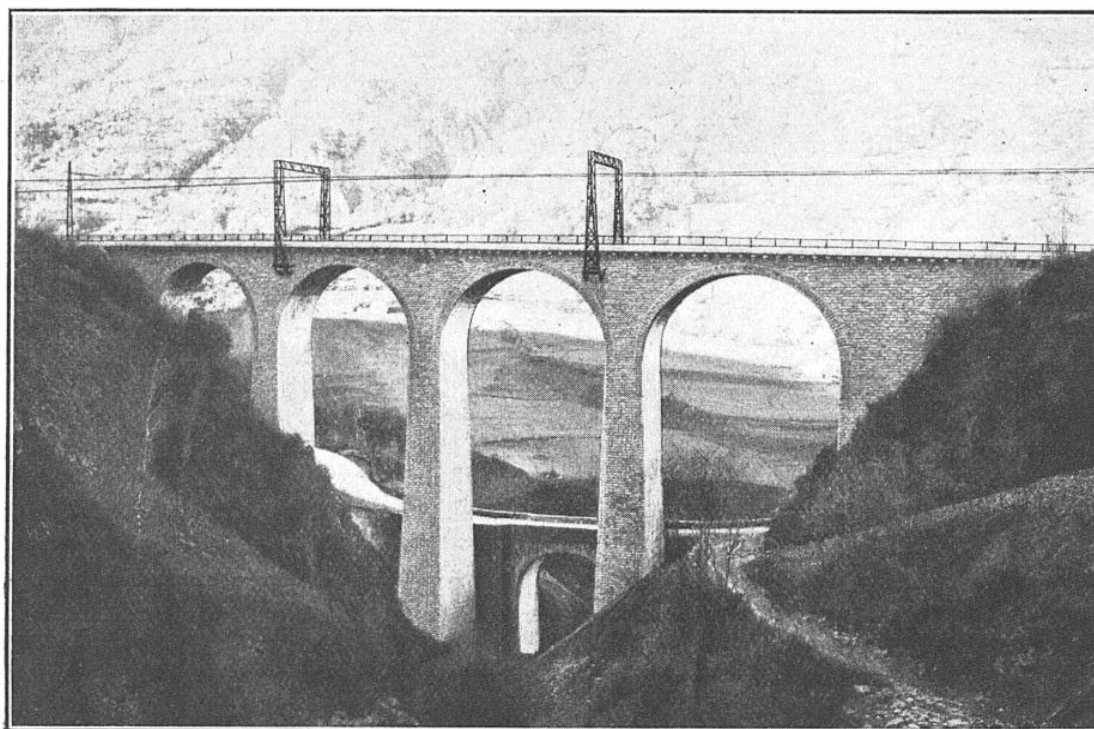
La ligne aboutit à la gare internationale de Latour-de-Carol, à quelques centaines de mètres de la frontière, où auront lieu les échanges d'Espagne en France; puis elle franchit la frontière et aboutit à la gare de Puigcerda, deuxième gare internationale où s'opèrent les échanges de France sur Espagne.

Comment est produite l'électricité nécessaire pour la traction des trains des chemins de fer transpyrénéens

C'est en vue de l'exécution des transpyrénéens qu'a été, pour la première fois en France, conçue l'idée d'électrifier les chemins de fer d'intérêt général à voie large.

Mais, comme il arrive toujours, l'idée première s'est singulièrement transformée ;

est, en effet, obligé d'installer les usines pour répondre à la demande maximum d'énergie qui peut se produire au cours de la journée de trafic la plus chargée et, comme la puissance maximum demandée est au moins deux fois plus considérable que la puissance moyenne, on est ainsi conduit à installer des usines capables de fournir deux ou trois fois plus d'énergie que ce qui est strictement nécessaire pour les besoins du



VIADUC DE « L'ARNOUSE » SUR LA LIGNE DE BEDOUS A LA FRONTIÈRE

On remarque ici la simplicité des ouvrages établis sur les nouvelles lignes transpyrénéennes.

elle est même en voie de produire une véritable révolution économique dans le Sud-Ouest.

En effet, la Compagnie des Chemins de fer du Midi a été amenée, bien avant la guerre mondiale, à envisager l'extension de l'électrification, prévue tout d'abord pour les transpyrénéens, à la majeure partie de son réseau exploité et à créer des moyens particulièrement puissants pour y parvenir.

D'abord est apparu, nettement, l'intérêt économique de créer des usines hydro-électriques en petit nombre sur des points choisis et aussi puissantes que possible.

Mais la traction des trains et l'éclairage des gares n'absorbent qu'une faible partie de la puissance hydraulique installée. On

chemin de fer. La compagnie doit donc vendre ses excédents, soit directement, soit, mieux, en s'associant avec des usines privées situées dans le voisinage des siennes. De là, l'idée de l'association des usines pour le transport en commun de l'énergie sur les points de consommation intéressants et des échanges d'énergie entre usines confédérées. De là, aussi, l'idée d'installer ces réseaux de transport à très haut voltage, aujourd'hui 120.000 à 150.000 volts, demain plus de 200.000, qui permettront probablement un jour, à l'aide d'échanges judicieux, de faire régler, avec un maximum d'économie, les consommations d'énergie sur tout le territoire français, par quelques despachers placés en des points bien choisis et

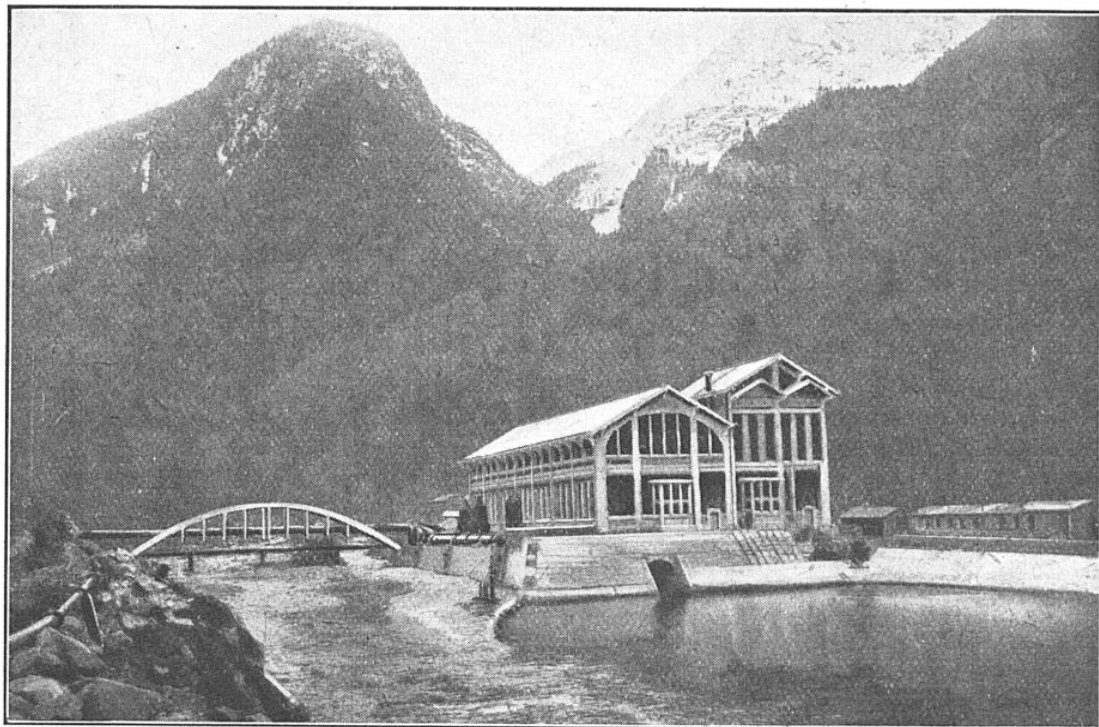
réunis par le téléphone avec les usines de plusieurs provinces de France placées sous leur dépendance directe.

Cette idée est déjà réalisée pour une notable partie des usines du Sud-Ouest et du Sud de la France, comprenant celles de la Compagnie des Chemins de fer du Midi.

Cette Compagnie est la première en date à avoir réalisé un aménagement complet de vallées en vue de la production du cou-

celles de la vallée d'Aspe et celles de la partie ouest et centrale des Pyrénées.

Un exemple d'échange d'énergie est fourni précisément par le transpyrénéen de Bedous à Canfranc : ce sont les usines privées établies dans la vallée d'Aspe qui fourniront l'énergie pour cette ligne et, en compensation, les usines de la vallée d'Ossau fourniront de l'énergie à des clients des usines de la vallée d'Aspe situés dans la région de Bordeaux.



VUE GÉNÉRALE DE L'USINE DE MIÉGEBAT (VALLÉE D'OSSAU), QUI COMPORTE CINQ TURBINES PELTON DONNANT UNE PUISSANCE DE 50.000 CH SOUS UNE CHUTE DE 396 MÈTRES

rant : celui de la vallée d'Ossau peut être considéré comme un modèle du genre.

Deux lignes de transport à 150.000 volts, établies par la Compagnie, partent de Laruns où est installée la dernière usine de la vallée d'Ossau ; l'une aboutit à Bordeaux, l'autre à Toulouse.

Cette dernière est en voie de prolongement vers le plateau Central pour établir une liaison avec les grandes usines de cette région et, de là, avec les usines à construire sur le Rhône et celles de la région parisienne.

Sur ces deux lignes viennent déverser toutes les usines établies par la Compagnie du Midi, en dehors de celles de la vallée d'Ossau ; ainsi que les usines privées immédiatement voisines, telles, par exemple, que

Comme nous l'avons dit, les usines de la vallée d'Ossau représentent probablement le premier exemple et, dans tous les cas, le plus remarquable, en France, de l'aménagement d'une vallée, c'est-à-dire de l'utilisation la plus rationnelle possible des ressources hydrauliques trouvées dans les cours d'eau.

Les aménagements hydroélectriques des vallées

Pour aménager une vallée, on commence d'abord par fixer l'emplacement des barrages de prise d'eau. En général, on les élève au point de convergence des affluents les plus importants du cours d'eau principal.

Les usines sont aussi situées en même temps, puisque, dans un aménagement

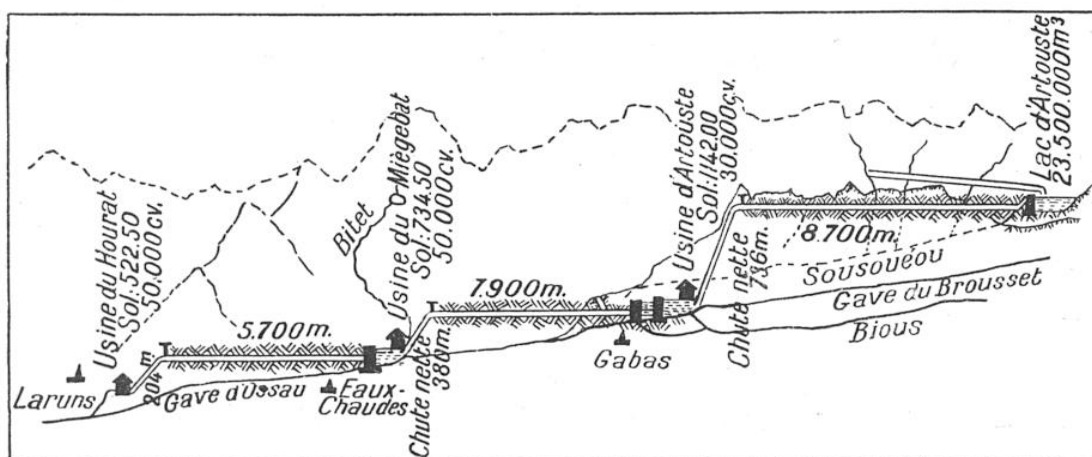
complet, on s'efforce toujours d'utiliser toutes les chutes. Elles sont disposées de manière que le canal de fuite de l'usine amont déverse ses eaux en amont du barrage de retenue de l'usine située en aval.

Ainsi, dans la vallée d'Ossau, les trois usines d'Artouste, de Miégebat et du Hourat sont placées en échelon (fig. ci-dessous).

Rappelons que le débit d'un cours d'eau présente un régime annuel variable entre un minimum appelé étiage (parce que, pour la majeure partie d'entre eux, ce minimum se produit en été) et un maximum appelé, en général, crue.

ses organes principaux, canaux d'amenée, conduites forcées, etc... soient calculés différemment suivant le but qu'on désire atteindre. Si le régime doit être absolument constant, d'un bout de l'année à l'autre, l'usine devra être établie en vue d'absorber seulement le plus bas étiage connu. Si, au contraire, on admet un certain ralentissement pendant l'année, on établira le régime en vue d'absorber un débit se rapprochant plus ou moins du module. Dans les deux cas, on n'utilisera qu'une partie très faible des ressources hydrauliques du cours d'eau.

Mais on obtient de bien meilleurs résultats



SCHEMA D'UTILISATION DES EAUX DEPUIS LE LAC D'ARTOUSTE JUSQU'À L'USINE DU HOURAT

Les eaux travaillent successivement dans trois centrales électriques donnant ensemble 130.000 ch.

Dans les cours d'eau alimentés par des glaciers, l'étiage a lieu en hiver au lieu de l'été, parce qu'en été la fonte des glaciers compense, et au delà, la disette d'eau due à la rareté des pluies.

La plupart des cours d'eau des Pyrénées, qui ne sont alimentés que par de rares glaciers peu étendus, présentent cette particularité d'avoir deux étiages, un en été, un en hiver.

En dehors de ces deux débits dont tout le monde saisit le caractère bien net et qui, chaque année, correspondent à une réalité physique, les hydrauliciens considèrent d'autres débits, artificiels, mais dont l'importance industrielle est considérable. L'un d'eux est le débit moyen annuel ou *module*, qui représente la moyenne des débits de chaque jour de l'année établie conventionnellement, d'après certaines règles précisées par des circulaires ministérielles. Quand une usine hydraulique est alimentée par le débit naturel du cours d'eau, on conçoit que

et une utilisation plus rationnelle à l'aide de réservoirs.

Si on dispose, dans la partie haute de la vallée d'un cours d'eau, des réservoirs suffisamment grands pour emmagasiner une fraction notable du débit total annuel du cours d'eau, on voit qu'en retenant une partie des eaux des crues pour les lâcher pendant la période de basses eaux, on pourra rendre le débit sensiblement constant ou, du moins, se rapprocher de cet idéal.

Comment on utilise les réservoirs d'eau naturels

Pour l'installation de pareils réservoirs, on barre les vallées à l'aide de digues plus ou moins élevées, constructions importantes et coûteuses, dont on cherche à diminuer les frais en installant, autant que possible, ces réservoirs à l'emplacement de lacs préexistants, dont il suffit de relever le niveau et d'augmenter, par suite, la capacité à l'aide de digues peu élevées.

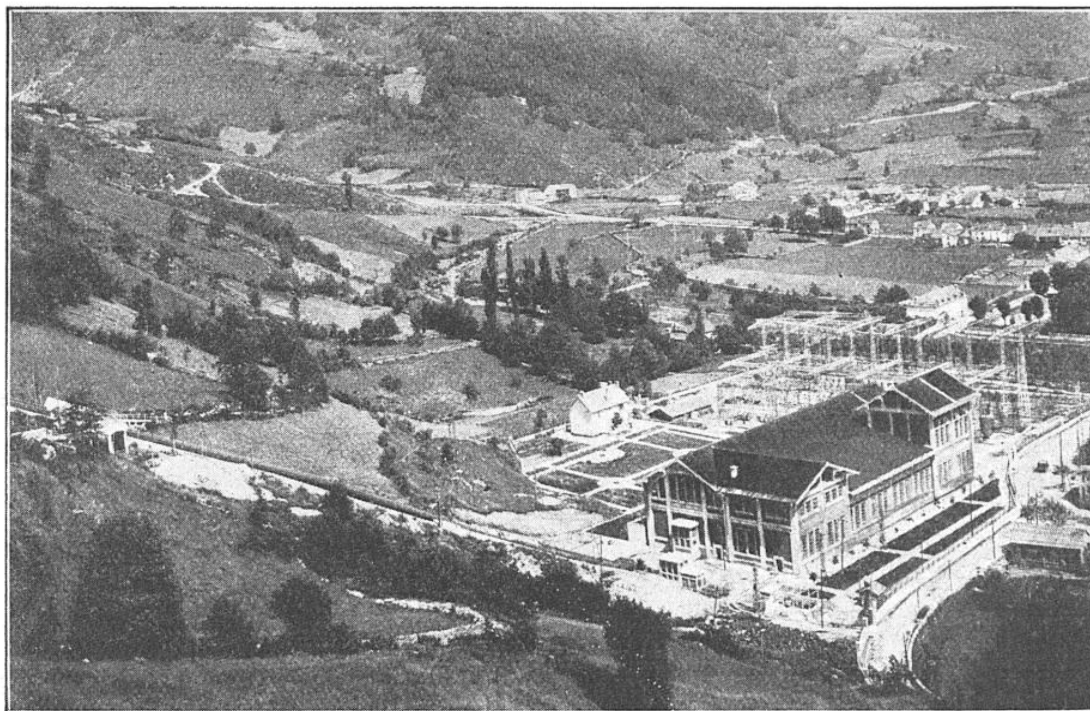
C'est précisément ce que l'on a fait pour la vallée d'Ossau.

Un des cours d'eau dont la réunion constitue le gave d'Ossau, le gave du Sou-souéou, prend sa source dans un lac assez important situé près de la frontière espagnole, le lac d'Artouste.

Le niveau de ce lac a été surélevé de manière à lui permettre d'emmagasiner toutes les eaux tombées pendant l'année

Si on trace la courbe des demandes d'énergie d'une usine quelconque et, en particulier, d'une usine fonctionnant pour le service du chemin de fer, on constate que cette courbe, tracée pour un certain nombre de journées consécutives, affecte la forme d'une sinusoïde dont les points bas correspondent aux heures creuses.

Les canaux d'amenée et les conduites forcées doivent, naturellement, être établis



VUE D'ENSEMBLE DE L'USINE DU HOURAT (VALLÉE D'OSSAU), D'UNE PUISSANCE TOTALE DE 50.000 CH. EN ARRIÈRE DE L'USINE, LE POSTE DE DÉPART A 150.000 VOLTS

dans la partie haute de la vallée secondaire du cours d'eau en question, et c'est à ce lac que la première usine de la vallée d'Ossau emprunte directement les eaux qui l'actionnent. Cette usine est celle d'Artouste. Ce lac est donc un réservoir régulateur des usines de la vallée.

En règle générale, la production d'énergie d'une usine quelconque, si elle doit être, autant que possible, uniforme d'un bout de l'année à l'autre, ne l'est pas pendant les vingt-quatre heures d'une même journée. Il y a ce qu'on appelle les heures creuses (en général, heures de nuit), pendant lesquelles la demande d'énergie aux centrales est sensiblement moindre que pendant le reste de la journée.

pour le maximum de la demande journalière d'énergie, et le débit absorbé doit correspondre à la demande journalière maximum.

Par l'établissement de réservoirs journaliers distincts des réservoirs annuels, il est possible, avec un débit moyen journalier très inférieur à celui correspondant à la demande maximum, qu'on appelle la pointe, de satisfaire, sans difficulté, aux besoins de courant à ces moments. Il suffit d'emmagasiner dans les réservoirs journaliers, pendant les heures creuses, toute l'eau qui n'est pas nécessaire pour les besoins de l'usine et de la rendre au moment de la pointe journalière.

On voit ainsi comment, par l'adjonction de réservoirs annuels d'une part et de réservoirs journaliers d'autre part, on peut cor-

riger la nature et transformer un débit essentiellement variable en un débit beaucoup plus régulier pendant le cours de l'année, s'écartant peu du débit moyen annuel et, d'autre part, d'obtenir, dans le cours d'une même journée, des débits variables adaptés aux besoins de la consommation.

L'aménagement de la vallée d'Ossau s'étend depuis la frontière d'Espagne jusqu'à l'entrée des célèbres gorges du Hourat. L'usine supérieure, dite d'Artouste, utilise uniquement les eaux du lac du même nom, dont le niveau est surélevé par un barrage de 25 mètres de hauteur, de manière à permettre d'emmagasiner 23.000.000 de mètres cubes d'eau.

L'usine, dont la puissance aux aubes est de 30.000 ch, fonctionne à plein pendant les périodes d'étiage, afin de suppléer à l'insuffisance des deux usines inférieures, qui utilisent le débit naturel du gave du Brousset et de ses affluents.

A leur sortie de l'usine d'Artouste, les eaux sont reçues dans deux réservoirs successifs, d'une capacité de 95.000 mètres cubes, formant réservoir journalier pour la deuxième usine, celle de Miégebat. Ces réservoirs sont constitués par deux barrages de retenue disposés en cascade sur le gave du Brousset et d'une quinzaine de mètres de hauteur chacun.

L'usine d'Artouste est pourvue de trois turbines Pelton fonctionnant sous une chute brute verticale de 790 mètres ; celle de Miégebat possède cinq turbines Pelton dont la puissance totale aux aubes est de 50.000 ch sous une chute brute de 396 mètres.

A leur sortie de l'usine de Miégebat, les eaux sont reçues dans un réservoir journalier de 75.000 mètres cubes, constitué dans le lit même du gave d'Ossau par un barrage d'une dizaine de mètres de hauteur.

Ce réservoir reçoit ainsi, outre les eaux sorties de l'usine de Miégebat, tous les écoulements supérieurs de la vallée, y compris

ceux du gave du Bitet, affluent assez important du gave d'Ossau.

La prise d'eau de la troisième usine, celle du Hourat, est placée dans ce réservoir ; elle se déverse dans cinq turbines Francis d'une puissance totale de 50.000 ch aux aubes et fonctionnant sous une chute brute de 208 mètres.

Dans les trois usines, les alternateurs accouplés aux turbines fournissent du courant triphasé à 10.000 volts. Ce voltage est élevé à 60.000 à la sortie des usines. Les débits se réunissent au grand poste de transformation de Laruns, installé près de l'usine du Hourat.

Dans ce poste, le courant triphasé à 60.000 volts est transformé en courant triphasé à 150.000 volts, pour être envoyé, d'une part, vers Bordeaux, d'autre part, vers Toulouse.

C'est sur ces deux réseaux à 150.000 volts que sont déversés les débits provenant, tant des usines de la Compagnie du Midi que des usines confédérées.

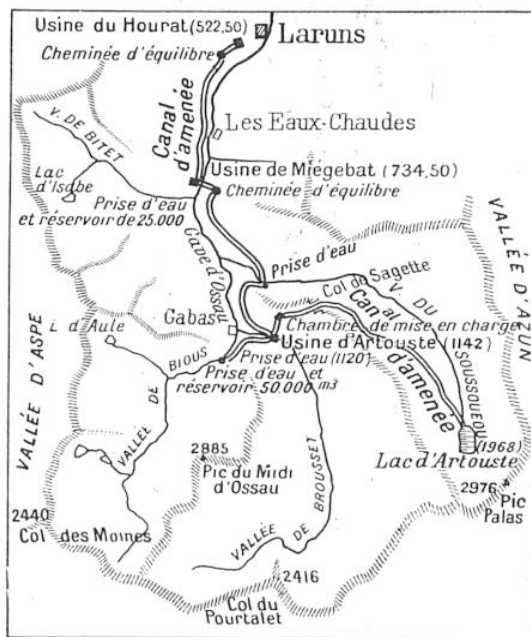
Ces débits sont transportés à la tension de 60.000 volts jusqu'à des postes élévateurs reliés aux lignes à 150.000 volts,

qui les transportent à des distances considérables avec le minimum de perte. C'est ainsi que les usines de la vallée d'Ossau sont connectées directement à Laruns avec le réseau à 150.000 volts.

Nous avons vu que ces usines fournissent indirectement l'électricité au transpyrénéen Bedous-Canfranc. D'autre part, le transpyrénéen d'Aix-les-Thermes à Puigcerda sera alimenté directement par les usines de la vallée d'Ossau, bien que la distance à vol d'oiseau de la vallée d'Ossau à la vallée de l'Ariège soit d'environ 100 kilomètres.

L'alimentation se fera à l'aide d'une ligne à 60.000 volts, qui prendra l'électricité au poste de Portet-Saint-Simon, où aboutit la ligne à 150.000 volts transportant à Toulouse l'électricité de la vallée d'Ossau.

T. GODARD.



CARTE DE LA VALLÉE D'OSSAU MONTRANT LA RÉPARTITION DES CENTRALES ÉLECTRIQUES

UNE MACHINE QUI, AVEC CINQ OUVRIERS, EN REMPLACE CENT

Elle creuse une tranchée, y pose le câble électrique, le recouvre et nivelle le sol. Le travail de cette machine réalise 75 % d'économie.

Par Jacques MAUREL

Nous avons montré ici même comment, grâce à la pupinisation (1), les ingénieurs avaient heureusement résolu le problème de la transmission de la parole à des distances considérables au moyen de réseaux souterrains.

Parallèlement aux progrès accomplis par les techniciens de la téléphonie, les ingénieurs électriciens ont appris maintenant à installer sous terre des transports d'énergie électrique pour lesquels on atteint aujourd'hui 30.000 volts. Un tel réseau est plus coûteux à installer qu'une ligne aérienne; mais, de même que la machine a permis de diminuer les frais de main-d'œuvre dans un grand nombre d'industries, de même elle devait venir en aide à la pose des câbles souterrains. Voici comment ce problème a été résolu, d'une façon très ingénieuse, en Allemagne :

La photographie ci-dessous nous montre une machine se déplaçant dans un champ,

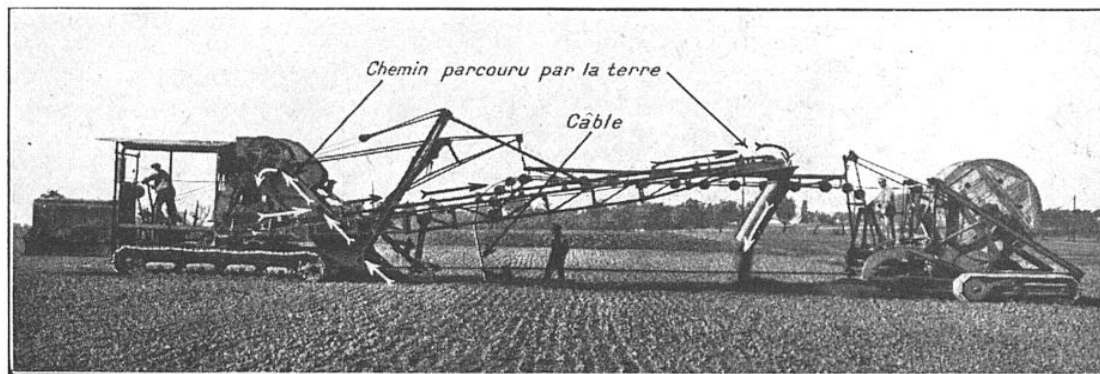
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 125, page 375.

de droite à gauche. Avant son passage, le champ est intact. Après, une simple trace de terre tassée décèle l'action de la machine. Et, cependant, le travail est terminé, le câble électrique est enfoui à 1 m 60 sous terre. Que s'est-il donc passé ? Nous allons l'expliquer rapidement.

La machine à poser les câbles

La machine se compose de quatre parties : un tracteur ; un système de godets pour creuser la tranchée ; un tapis roulant ; un véhicule porteur du câble.

Le tracteur, mû par un moteur Diesel, entraîne, d'une part, dans son mouvement, le système de godets qui creusent une tranchée de 1 m 60 de profondeur sur 0 m 45 de largeur. D'autre part, il remorque le deuxième véhicule au moyen de câbles d'acier. Le câble électrique, enroulé sur un tambour, passe sur un système de galets, qui le conduisent au fond de la tranchée.

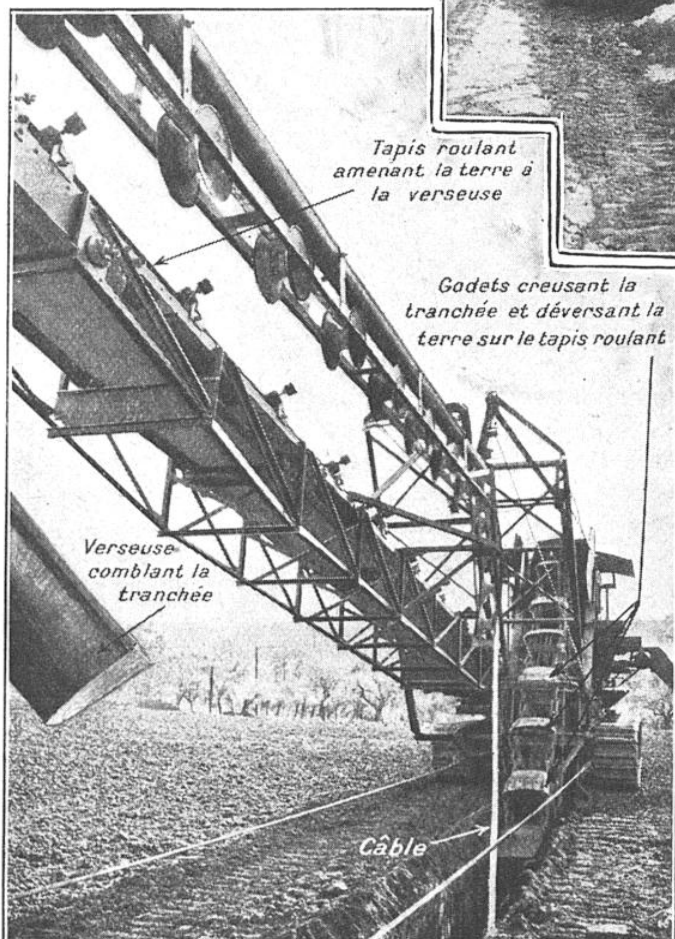


VUE D'ENSEMBLE DE LA MACHINE A POSER LES CABLES ÉLECTRIQUES

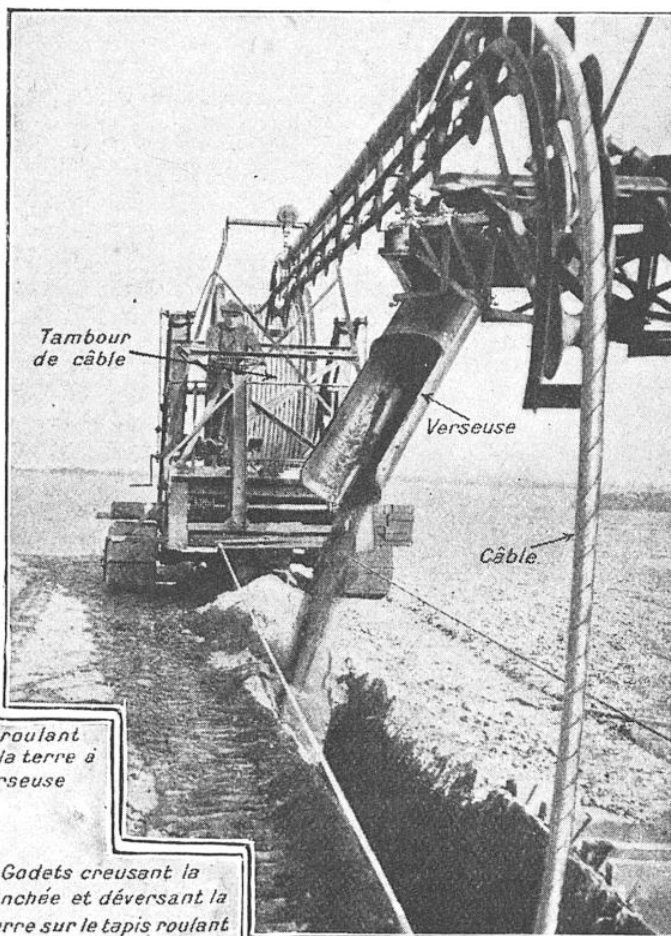
A gauche, le tracteur qui actionne une chaîne à godets creusant la tranchée ; au centre, le tapis roulant ramenant la terre vers l'arrière, où elle se déverse sur le câble enfoui dans la tranchée ; à droite, le véhicule porteur de câble. Ce dernier est monté sur trois chenilles, dont une, centrale, aplanit le terrain. Le trajet suivi par la terre manipulée automatiquement est figuré par des flèches.

Mais, en même temps, la terre extraite par les godets est déversée par eux sur un tapis roulant de 12 mètres de long, actionné également par le tracteur. Ainsi, elle est amenée au-dessus d'une verseuse située à l'arrière de la partie du câble placée dans le fond de la tranchée. Donc, automatiquement et d'une manière continue, le câble est enfoui et recouvert de terre.

Que reste-t-il à faire pour effacer la trace du passage de la machine ? Peu de chose : tasser la terre qui comble la tranchée. Pour cela, le véhicule porteur du câble est monté sur trois chenilles, deux latérales et une centrale. Cette dernière sert de guide et aplanit le terrain.



VUE PARTIELLE DE LA MACHINE PRISE DE L'ARRIÈRE



VUE PARTIELLE DE LA MACHINE PRISE DE L'AVANT ET MONTRANT LE DÉVERSEMENT DE LA TERRE

Grâce à cette machine, la vitesse de pose d'un câble atteint de 62 à 93 mètres à l'heure, suivant la dureté du terrain. Sa vitesse de déplacement sur la route (en dehors de tout travail) est de 3 kilomètres à l'heure environ. Dans une plaine, en huit heures de travail, on peut ainsi placer environ 740 mètres de câble.

On a calculé que le coût total d'enfouissement d'un câble, qui atteint 2.000 marks (12.000 francs) par kilomètre avec la main-d'œuvre ordinaire, est ainsi abaissé à 320 marks (1.920 francs), soit le quart environ. Cinq hommes suffisent là où il fallait en employer une centaine. J. MAUREL.

LE CINÉMA EN COULEURS EST RÉALISÉ INDUSTRIELLEMENT

Par Jean CAËL

Depuis déjà longtemps, les recherches des techniciens, en cinématographie, tendaient à reproduire en couleurs naturelles les vues photographiques ou cinématographiques, à l'intérieur comme en plein air. Plusieurs procédés ont été essayés, mais très peu, jusqu'ici, permettaient de considérer ce problème comme résolu au point de vue pratique et industriel. En effet, pour que cette invention puisse être commercialement exploitée, il importait que la reproduction du film négatif autorisât le tirage d'un grand nombre de films positifs également en couleurs. De sérieuses difficultés retardèrent la mise au point de tels procédés, car les uns nécessitaient l'emploi d'écrans colorés, pour la prise de vues et pour la projection, les autres exigeaient des modifications mécaniques ou optiques, plus ou moins compliquées, sur les appareils ordinaires de prise de vues et de projection. Parmi ces différentes méthodes, le système Versicolor paraît devoir résoudre le problème dans son intégrité, car il évite les inconvénients signalés ci-dessus par l'obtention de la coloration même du film, qui est ensuite sensibilisé, impressionné, reproduit en positifs et projeté avec les appareils d'usage courant. A notre avis, c'est une découverte d'un intérêt primordial pour l'avenir de la cinématographie, qui fait honneur à l'inventeur français M. Dufay et est susceptible d'intéresser tous les lecteurs de LA SCIENCE ET LA VIE.

Les premières tentatives de coloration des films

DEPUIS plus de vingt ans, le film en couleurs fait l'objet de recherches passionnées. Les entrepreneurs de spectacles, en avance sur le progrès et désireux d'attirer le public par des reproductions polychromes, avaient d'abord tenté, par des virages appliqués sur la totalité ou sur des portions de film, de rendre plus saisissantes certaines projections, comme celles d'incendies. Puis ils imaginèrent de colorier chaque image au pochoir, en se rapprochant le plus possible des couleurs naturelles. Mais la délicatesse du procédé ne donnait que des résultats approximatifs, les moindres fautes commises pendant le travail apparaissant considérablement amplifiées sur l'écran.

L'invention des plaques autochromes, par les frères Lumière, permettant la photographie des couleurs sur verre, devint le point de départ de recherches tendant à l'application du même principe au film cinématographique. Avec une émulsion semblable à celle qu'employaient les frères Lumière, en contact avec des grains de fécule colorés aux trois couleurs fondamentales du spectre : violet, orangé et vert, on pouvait, croyait-on, réaliser un film dont la projection directe sur l'écran donnerait des images semblables aux admirables clichés que l'on regarde par transparence.

C'était là une grosse erreur : la sensibilité est insuffisante pour la prise de vues instantanées et les épreuves ne supportent pas l'agrandissement nécessaire à la projection cinématographique. De sorte que l'effet obtenu est loin de ressembler à celui que produit la vision directe.

Mais il est un autre procédé basé, comme le précédent, sur le principe de la trichromie, donné, en 1868, par Charles Cros et Ducos du Hauron et appliqué universellement, aujourd'hui, en phototypographie. Nous en rappelons sommairement le principe basé sur la toupie de Maxwell. Trois radiations fondamentales : bleue, rouge et jaune, convenablement choisies, peuvent, par leur superposition, reconstituer la lumière blanche. Et le dosage rationnel de ces couleurs à l'état de pigment permet, par superposition, de reproduire toute la gamme chromatique et le noir absolu. Toutes les gravures en trichromie, si répandues actuellement, sont ainsi constituées : trois clichés, imprégnés chacun d'une des trois couleurs fondamentales et convenablement repérés les uns par rapport aux autres, donnent les reproductions que chacun connaît, avec la gamme complète des teintes naturelles et leurs valeurs d'ombre et de lumière.

On procède avec trois objectifs photographiques ou avec un seul objectif, en photographiant trois fois de suite le même sujet,

chaque fois à travers un écran donnant la couleur complémentaire de l'une et de l'autre des trois couleurs fondamentales. On obtient ainsi des images : jaune (avec un écran en verre violet clair), bleues (avec un écran orange), rouges (avec un écran vert).

Ces images sont incolores, mais si on superpose les trois positifs obtenus d'après les négatifs sélectionnés, et après les avoir teintés chacun à sa couleur fondamentale propre, on voit, par transparence, le sujet avec ses teintes.

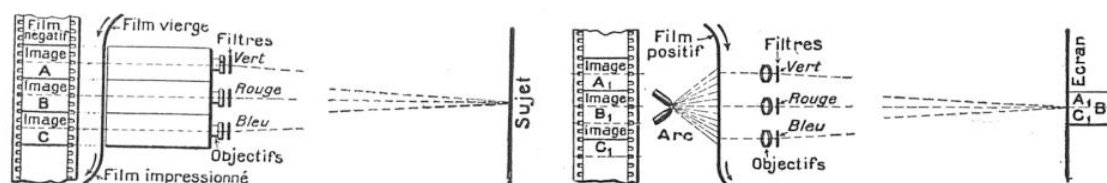
Le procédé Gaumont

Sur ce principe, M. Gaumont a réalisé des appareils de prise de vues et de projection cinématographique dont on attendait beaucoup il y a plusieurs années déjà, et qui don-

pénétrant, reproduisaient les couleurs naturelles d'une manière absolument parfaite.

Cependant, l'industrialisation de ce procédé a été impossible, d'abord parce que la prise d'une scène exigeait une longueur de film supérieure à une prise de vue normale ; de plus, parce qu'il nécessitait l'emploi d'appareils spéciaux plus coûteux ; enfin, parce que la superposition sur l'écran blanc était une opération délicate. Il est regrettable que ces inconvénients aient nui à la diffusion du procédé, qui donnait des résultats remarquables.

Sans nous arrêter longuement aux solutions qui ont été présentées jusqu'ici, nous pouvons rappeler le procédé Audibert, semblable au précédent, mais dans lequel les trois images sont enregistrées sur une surface égale à celle d'une image ordinaire.



LE PRINCIPE DU CINÉMA EN COULEURS DES FRÈRES GAUMONT

A gauche, schéma de principe de la prise de vues. A droite, la projection d'un film en couleurs.

naient des résultats vraiment remarquables.

Nous pouvons rappeler sommairement ce procédé.

L'appareil de prise de vues comportait trois objectifs superposés, pourvus chacun d'un écran coloré à l'une des trois couleurs fondamentales du spectre : rouge, vert, bleu, afin de sélectionner la teinte qui correspond à ces couleurs. Les trois objectifs étaient placés l'un au-dessus de l'autre et enregistraient chacun une vue sur le film. Une même image était donc, en quelque sorte, décomposée, au point de vue coloration, en trois images différentes, qui occupaient, sur le film, le même emplacement que deux images ordinaires monochromes. Après développement du film et tirage du positif, celui-ci était engagé dans l'appareil de projection comportant, lui aussi, trois objectifs superposés, avec, chacun, un écran de teinte complémentaire à celui qui avait servi à la prise de vue.

Le faisceau lumineux émis par l'arc traversait les trois images, et chacun des trois faisceaux transportait sur l'écran blanc la teinte qu'il empruntait à son écran coloré.

Comme les objectifs étaient orientables, il était relativement facile de superposer les trois faisceaux et, par conséquent, les trois images sur l'écran blanc, où les teintes, se

Le procédé Héraut emploie un objectif unique devant lequel viennent se placer alternativement, par rotation, les trois écrans colorés. La prise de vues s'effectue avec une vitesse triple de celle des prises de vues en noir. Pour la projection, chaque image est teintée artificiellement à la couleur correspondant à celle de la prise de vue. Signalons encore divers procédés, dont plusieurs d'origine américaine, qui divisent les trois couleurs fondamentales en deux groupes choisis l'un dans la région rouge, l'autre dans la région verte ; les résultats ainsi obtenus ont toujours été très imparfaits.

Le film gravé

Ce procédé tire son origine d'un brevet de M. R. Berthon, qui imagina, à l'époque, de gaufrer le film en un nombre considérable de petites lentilles. Nous allons en exposer la technique.

Considérons un point pris sur un objet éloigné recueilli par un objectif. L'image de ce point viendra se former au foyer de l'objectif, sur le film ou une plaque photographique. Si, à ce foyer, nous plaçons une lentille, de telle sorte que son centre optique coïncide avec lui, les rayons émanant du point traverseront la lentille, et l'image ponctuelle sera remplacée par une petite surface.

Mais si, à l'intérieur de l'objectif, on intercale un écran sélecteur trichrome comportant des surfaces rouge, verte et bleue, le faisceau lumineux traversant l'écran lui empruntera ses couleurs, de sorte que, sur le film ou sur le verre dépoli, on apercevra la petite surface colorée comme l'écran.

En vertu d'un principe que tous les photographes connaissent, si on interpose un écran entre un objectif et le verre dépoli, la portion libre de l'objectif continue à projeter la totalité de l'objet. C'est, d'ailleurs, ce que l'on réalise en faisant intervenir le diaphragme.

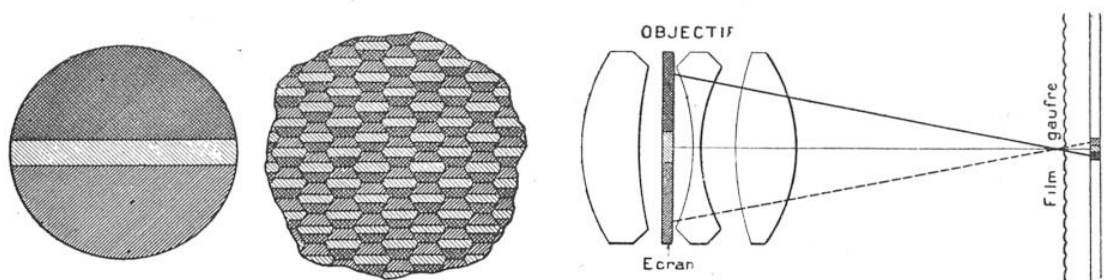
Or l'écran trichrome peut être considéré comme un diaphragme spécial dans lequel chacune des trois parties agit pour son propre compte en envoyant sur le verre dépoli la totalité de l'objet, mais avec une couleur différente.

lors de la prise de vues et exclusivement dans la zone rouge de l'écran projecteur, qui occupe toujours, dans l'objectif utilisé pour la projection, la même position que dans l'objectif de prise de vues.

Nous obtiendrons donc automatiquement, sur l'écran blanc de projection, l'image rouge du point photographié précédemment.

Par analogie, toutes les couleurs vertes, toutes les couleurs bleues issues d'un paysage, par exemple, se comporteront comme la couleur rouge. Il n'est pas difficile d'étendre le raisonnement aux couleurs composées. Si nous considérons un objet jaune, par exemple, les zones élémentaires rouge et verte seront intéressées par l'action de cette lumière.

Comme il n'est pas possible de construire autant de lentilles qu'il serait nécessaire



PRINCIPE DU FILM GAUFRE POUR LA PROJECTION CINÉMATOGRAPHIQUE EN COULEURS

Si le point de l'objet considéré est rouge, par exemple, les radiations émises par lui ne passeront que par la partie rouge du filtre sélecteur ; la lentille projettera sur le verre dépoli une tache lumineuse rouge, tandis que les parties verte et bleue du filtre ne laisseront apparaître que des zones sombres, la couleur rouge du point étant absorbée par chacune d'elles.

Par conséquent, si nous remplaçons le verre dépoli par une plaque photographique sensible au rouge, seule la partie correspondant à la zone rouge sera impressionnée et noircira dans le bain révélateur. Si nous tirons un positif de ce cliché, cette partie noire deviendra transparente, tandis que celles correspondant au vert et au bleu resteront noires.

Voyons maintenant comment la reconstitution du point rouge peut être réalisée par la projection.

Cette image positive du point rouge étant placée au foyer de l'objectif, nous pouvons l'éclairer par un faisceau de lumière blanche. La lentille que nous conservons à ce foyer dirigera les rayons blancs du faisceau sur l'objectif, en sens inverse de leur marche

pour reproduire sur le film tous les points constituant une image. M. R. Berthon eut l'idée, en 1908, de procéder à un gaufrage lenticulaire du film au moyen d'un cylindre gravé de sillons entrecroisés produisant, par laminage sur le celluloïd, environ cinq cents lentilles au millimètre carré. Elles se comportent comme l'indique la théorie, et le film, impressionné à travers l'écran trichrome, se prête, après inversion, à la projection en couleurs, qui est, d'ailleurs parfaite.

Le film Versicolor Dufay

Un autre inventeur, M. Louis Dufay, à qui l'on doit déjà la plaque dioptrichrome pour la photographie des couleurs, industrialisée dès 1907, à mis, depuis, définitivement au point un procédé très différent qui paraît bien résoudre, dans toute son ampleur, le problème de la cinématographie des couleurs et, peut-être, de la photographie, dans toutes leurs applications.

La presse, même technique, a peu parlé de cet inventeur. C'est là un fait fort regrettable, car nous avons appris que l'invention allait être exploitée hors de France par un puissant groupe étranger qui a acquis ses

brevets universels, sort souvent réservé aux inventions françaises.

Le système imaginé par M. Dufay supprime l'écran coloré aussi bien à la prise de vues qu'à la projection. De plus, le film ne subit aucun gaufrage ; préparé comme nous allons l'expliquer, il se développe comme un film en noir et le cliché peut être reproduit autant de fois qu'on le désire par simple contact à la manière ordinaire.

Reprenant le problème posé par Ducos de Hauron, Louis Dufay se proposa de réaliser le réseau de sélection dans des conditions rationnelles, c'est-à-dire au moyen d'éléments colorés microscopiques, homogènes, parfaitement transparents et disposés sous une forme géométrique régulière, conditions indispensables pour atteindre la rapidité nécessaire et le modelé des images photographiques. La plaque dioptrichrome est née de l'application de ces principes, mais elle demeurait, comme l'autochrome, victime de sa fragilité et de l'impossible multiplication.

M. Dufay résolut alors de créer son réseau sélecteur, non plus sur verre, mais sur les bandes souples et légères de celluloid.

Après vingt ans de recherches, le problème a été résolu. Le film Versicolor Dufay peut être utilisé dans un appareil de prises de vues quelconque, développé, viré, fixé dans les conditions habituelles, inversé directement ou reproduit à un nombre indéfini d'exemplaires, comme tous les films en noir, et projeté dans n'importe quel appareil de projection, sans écran coloré, puisqu'il constitue lui-même l'écran.

Le système chromatique, imaginé par l'inventeur, permet de réaliser trois combinaisons de réseaux, qui donnent le maximum de luminosité :

Rouge violacé, orangé, vert, bleu ;

Violet, bleu verdâtre, orangé, vert jaune ;

Rouge orangé, vert, violet, jaune orangé.

Avec l'une ou l'autre de ces combinaisons, l'image se présente avec le maximum de douceur et de fondu et une gradation absolument parfaite des couleurs naturelles.

Les éléments sélecteurs, insolubles à l'eau une fois incorporés dans le celluloid, se présentent, avons-nous dit, sous une forme géométrique régulière ; ils peuvent être des

carrés ou des rectangles indifféremment. Pour la photographie ordinaire, le film comporte 320 divisions colorées au millimètre carré, tandis que pour la stéréoscopie et pour le cinéma, il en comporte 900 et plus. Ce chiffre peut paraître formidable ; cependant, il suffit, pour réaliser ces 900 petits éléments, d'appliquer trente lignes colorées d'un trentième de millimètre chacune dans les deux sens ; or le trentième de millimètre est une dimension de gravure normale.

Dans ces conditions, avec le maximum de luminosité, la sélection s'opère avec la plus grande sûreté, la coloration étant rigoureusement égale sur toute la surface du point sélecteur, sans avoir à craindre d'exagération au centre ou d'affaiblissement sur les bords.

Pour satisfaire aux lois de l'optique et, en même temps, réaliser un procédé industriel, il était nécessaire d'incorporer les éléments colorés dans la masse même du celluloid, afin que les rayons lumineux sélectionnés par le réseau ne subissent aucune réfraction ni aucun retard en traversant le support.

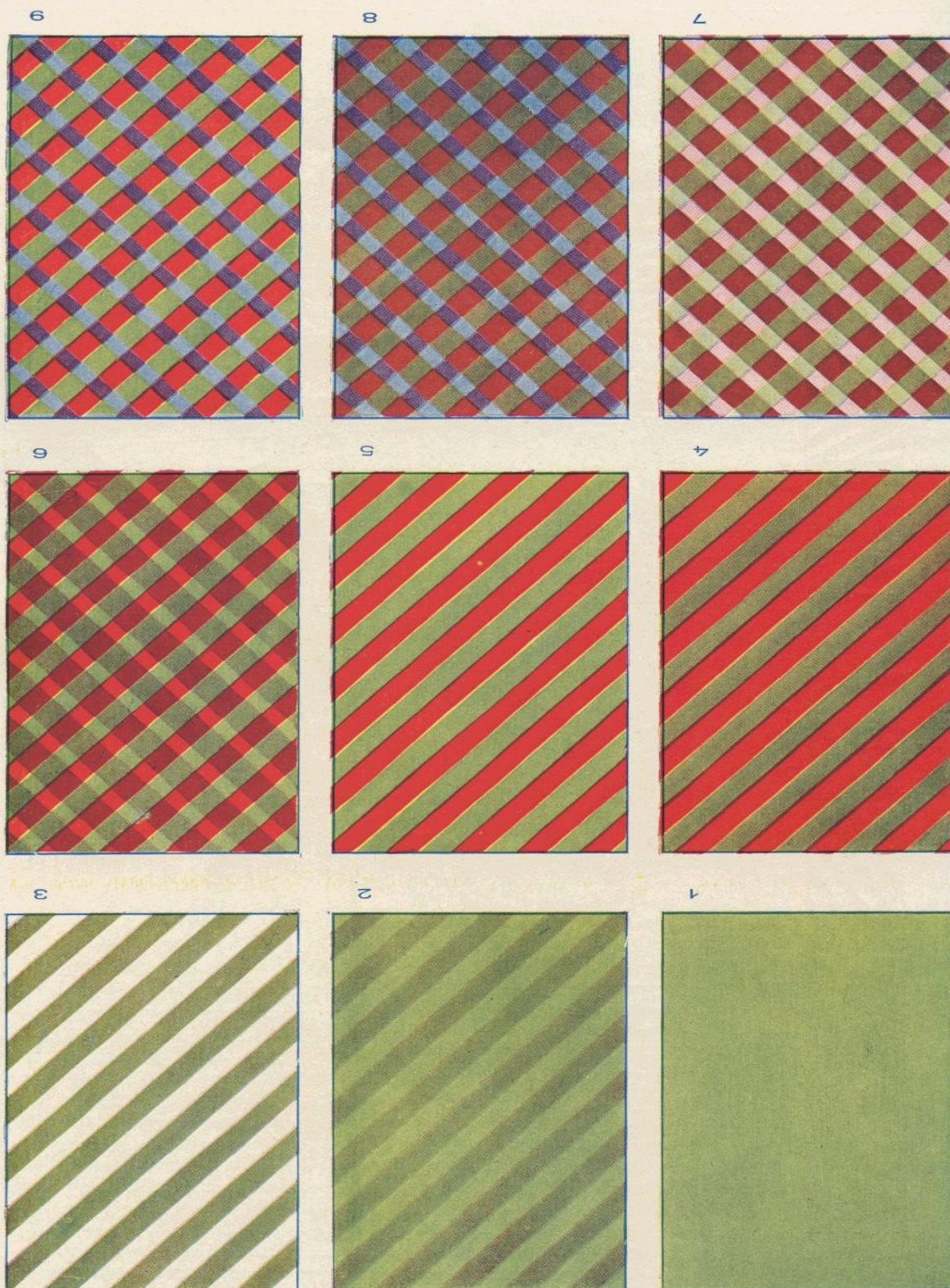
Nous reproduisons sur nos deux planches en couleurs toutes les phases successives de coloration du réseau versicolor Dufay.

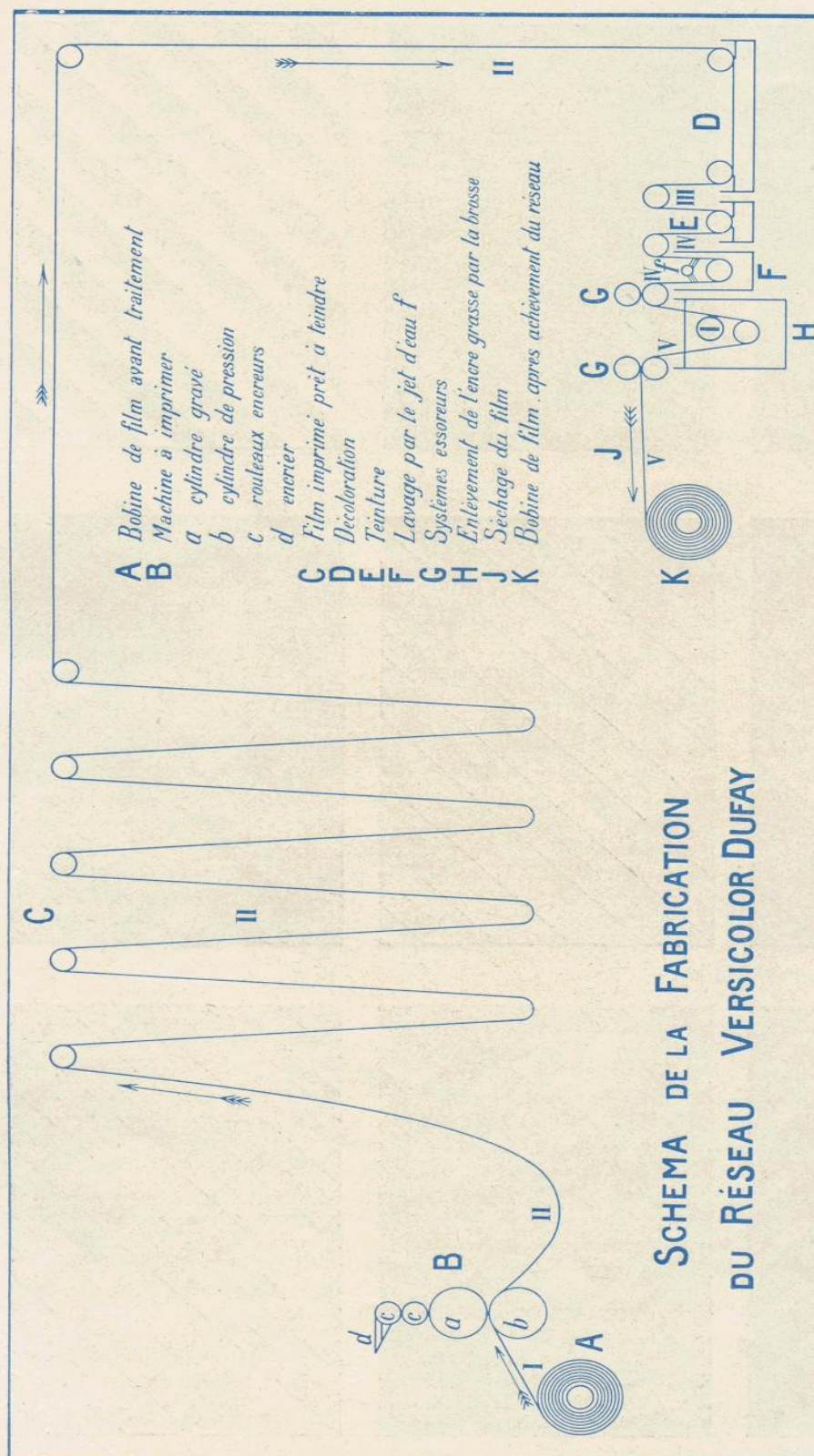
D'abord teinté uniformément en vert (1), il reçoit, par son passage entre deux cylindres dont l'un est gravé de lignes en relief extrêmement fines, une impression typographique de lignes parallèles d'une encre grasse (2). Il est ensuite conduit mécaniquement sur une accrocheuse d'où il s'engage dans une deuxième machine où il est soumis à l'action d'un agent chimique qui décolore les interlignes non protégés par l'encre grasse ; il se présente alors sous l'aspect (3). On voit que la moitié du film est devenu incolore.

En cet état, il est mis en contact avec un bain colorant orangé qui teint les interlignes blancs (4). Lavé, puis débarrassé mécaniquement par des brosses de l'encre grasse devenue inutile, puis réembobiné, séché dans la machine même, il porte alors une double coloration pure, le vert du début étant débarrassé de la pellicule grasse qui le protégeait (5). Le premier cycle de la fabrication est alors terminé. Les opérations se poursuivent, d'ailleurs, sur la même machine, comme précédemment, mais le cylindre encreur est remplacé par un autre dont les

LES ASPECTS SUCCESSIFS DU FILM « VERSICOLOR » AU COURS DE SA FABRICATION (PAGE 105)

1, le film est d'abord teinté en vert ; 2, le film reçoit une application par lignes transversales d'une encre grasse ; 3, le film est décoloré, l'encre grasse a protégé la couleur sur la moitié de la surface ; 4, le film reçoit une application de couleur rouge dans toutes les parties décolorées ; 5, l'encre grasse est enlevée ; le film est alors teinté en deux couleurs ; 6, le film reçoit une nouvelle impression grasse suivant une direction perpendiculaire à la première ; 7, le film est décoloré entre les bandes grasses ; 8, le film est coloré en violet, sauf sur les bandes grasses ; 9, les bandes grasses enlevées, le film est terminé.





SCHEMA DE LA FABRICATION DU RÉSEAU VERSICOLOR DUFAY



ÉTAPES DE LA FABRICATION AUTOMATIQUE DU RÉSEAU PAR LES MACHINES CI-DESSUS

lignes de gravure se croisent à 90° avec la linéaire déjà réalisée.

On obtient ainsi, successivement, une application d'encre grasse (6) suivie d'une décoloration de toutes les parties non protégées par l'encre (7).

Remarquons que la décoloration n'est pas totale ; le film conserve une double teinte bleu pâle et rose sur laquelle sera appliquée ensuite une couche violette (8). Après lavage et élimination mécanique de l'encre grasse, le film a acquis son aspect définitif (9) avec les quatre teintes : orangé, vert, bleu violet et violet rouge.

La photographie que nous publions et surtout le dessin schématique, permettent de comprendre aisément la fabrication qui est absolument automatique. Le film est traité, non sur la largeur d'un film ordinaire de cinématographie, mais sur une grande largeur, qu'il suffit de couper ou de débiter ensuite au format désiré après l'application de la couche sensible.

Ainsi que nous l'avons dit déjà, et il convient de le répéter pour bien faire ressortir la différence qui existe avec les films gravés, le Versicolor Dufay, qui peut être utilisé pour la prise de vues dans un appareil quelconque et projeté dans un appareil ordinaire, constitue donc la solution rigoureusement commer-

ciale exigée par les entreprises cinématographiques. De plus, la reproduction illimitée, par simple contact du film négatif, en rend l'industrialisation aussi simple que celle des films en noir.

C'est là le fruit de vingt années d'efforts coûteux, servis par une connaissance approfondie de la technique des couleurs et de la décomposition de la lumière que bien peu de savants possèdent.

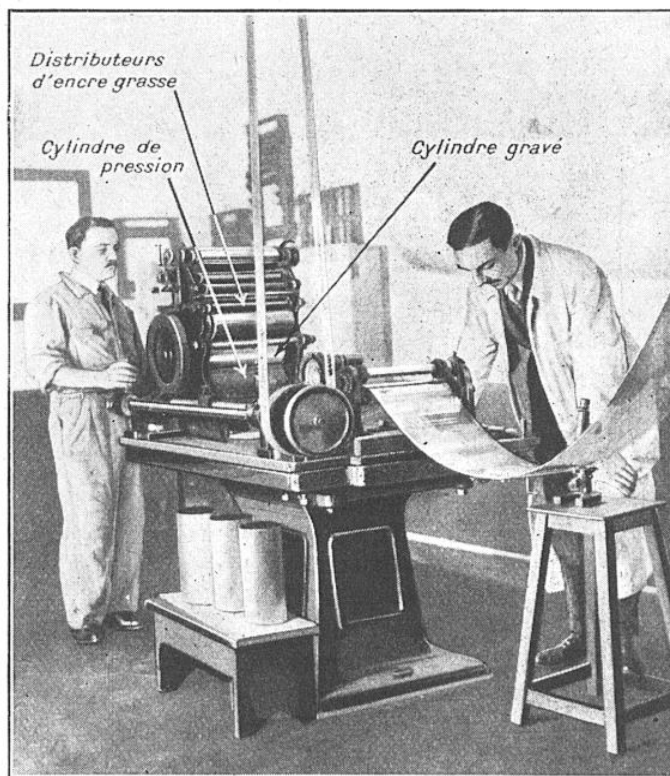
Quant à la photographie des couleurs, permettant la reproduction sur papier d'un cliché négatif, nous pouvons assurer que sa réalisation est en très bonne voie.

Bientôt, chaque amateur pourra tirer autant de positifs en couleurs qu'il désirera d'un cliché négatif unique, aussi simplement qu'il obtient des positifs en noir. Il lui suffira d'opérer sur pellicules et sur papier Versicolor. Il faut remarquer également qu'aucune manipulation nouvelle n'est nécessaire pour cela, que les bains de développement et de fixation sont les mêmes que

ceux de la photographie en noir puisque la couche sensible reste la même et que seuls, la pellicule ou le papier sont spécialement préparés.

Le cinéma et la photographie vont la main dans la main ; toute solution qui ne permet pas la pratique des deux reproductions est une solution insuffisante.

JEAN CAËL.



ENSEMBLE DE LA MACHINE A IMPRIMER (DÉPOT DE L'ENCRE GRASSE SUR LE FILM).

SCHÉMA DE LA FABRICATION DU FILM VERSICOLOR (PAGE 106)

Le film préalablement coloré en vert (A) passe sous le cylindre gravé a qui dépose des bandes transversales d'encre grasse. Après séchage (C) il est dirigé dans la cuve de décoloration D d'où il sort pour recevoir en E une application de teinture rouge. Lavé en F puis essoré en G, il passe dans une cuve H où une brosse enlève l'encre grasse. Il est ensuite séché en J et embobiné en K. Les mêmes opérations se répètent mais l'application des bandes grasses et de la teinture violette croisent les impressions précédentes. Après grattage de l'encre, le film est terminé.

LA PRODUCTION RADIOÉLECTRIQUE DE LA MUSIQUE

Par Joseph ROUSSEL

L'an dernier, un inventeur français, M. Givelet, présentait au gala de la T. S. F. du Trocadéro un appareil radioélectrique constitué par une sorte de piano qui lui permettait d'émettre quelques notes musicales, d'ailleurs très pures, en actionnant les touches correspondantes du clavier. Le dispositif de M. Givelet — qui est tout à fait différent de celui de l'ingénieur russe M. Theremin, que nous avons étudié ici (1) — a été perfectionné, et, tout récemment, cet inventeur a pu jouer la Marseillaise sur son appareil, devant le Président de la République française. Ce dispositif de piano radioélectrique est décrit ici par notre collaborateur habituel, M. Roussel, qui en expose le principe et l'application.

La synthèse de la musique est-elle réalisée ?

APRÈS avoir servi de base, voici quelque temps, à l'appareil musical du professeur Theremin, la science radioélectrique nous offre, aujourd'hui, un nouvel instrument de musique, le piano à ondes électromagnétiques, de M. Joseph Givelet.

A vrai dire, des travaux du même ordre ont été entrepris, il y a environ seize ans, par la C. G. R., et les vieux amateurs de T. S. F. se souviennent d'avoir entendu parler, vers 1912, d'un piano hertzien installé à bord du yacht du prince de Monaco.

Les deux instruments, celui de 1912 et celui de 1927, car la première démonstration publique de l'appareil de M. Givelet eut lieu au Trocadéro, le 9 juin dernier, partent de conceptions identiques. Cependant, il nous faut souligner cette grande différence

(1) Voir la *Science et la Vie*, n° 128, page 131.



M. GIVELET DEVANT LE CLAVIER DE SON
PIANO RADIOÉLECTRIQUE

qu'en 1912 on s'adressait à l'arc chantant comme source d'oscillations, tandis qu'actuellement l'inventeur s'adresse aux lampes à trois électrodes.

L'on a parlé, au sujet de ce nouveau dispositif, de synthèse de la musique, ce qui est une erreur. Il y a, en réalité, production, par méthode purement radioélectrique, d'une suite aussi complète que l'on veut de sons purs, mais sans combinaison de ces sons, en un mot, sans accords. Ceci différencie complètement cette méthode de celle qu'utilisa Helmholtz, lorsqu'en 1863 il réalisa d'abord l'analyse, puis la synthèse des sons, ce qui le conduisit à poser les bases de la théorie mathématique de la musique.

Nos lecteurs, grâce à la pratique de la T. S. F., étant, pour la plupart, assez bien familiarisés avec la technique radioélectrique, comprendront facilement le principe de l'appareil de M. Givelet. Nous allons

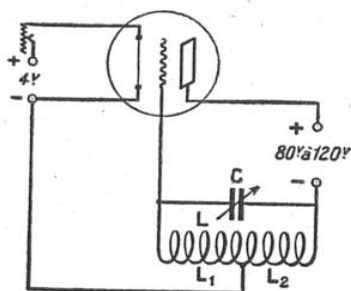


FIG. 1. - SCHÉMA DE MONTAGE DE L'HÉTÉRODYNE

L'hétérodyne est à la base des appareils émetteurs d'ondes

On sait que l'une des propriétés de la lampe de T. S. F. (soit triode, soit bigrille) consiste à pouvoir entretenir, dans un circuit comportant une self-inductance et une capacité, des oscillations électromagnétiques, dont la longueur d'onde est, à son tour, fonction des valeurs de ces deux éléments.

C'est le principe des émetteurs et, en particulier, du plus simple de tous : l'hétérodyne.

L'hétérodyne, qui peut se présenter sous diverses formes, est, dans sa réalisation la plus simple, schématisée par la figure 1.

L'inductance L s'y divise électriquement en deux parties : L_1 , appelée self de grille, et L_2 , appelée self de plaque.

La période de l'oscillation du circuit LC est donnée par la relation $T = 2\pi \sqrt{LC}$.

Quant à la longueur d'onde, on la trouve exprimée en mètres par la formule

$$\lambda \text{ mètres} = 59,61 \sqrt{L \text{ (cent. C. G. S.)} \times C \text{ (microfarads)}}$$

De plus, cette longueur d'onde, en mètres, est égale à la vitesse de propagation $V = 300.000.000$ de mètres par seconde, divisée par la fréquence F , d'où $\lambda = \frac{V}{F}$.

Ce rappel de quelques notions est nécessaire pour bien faire comprendre le fonctionnement du piano électrique et permettre de déterminer l'ordre de grandeur des éléments entrant dans sa construction.

Plus le produit $L \times C$ sera grand, plus la longueur d'onde sera grande également, et inversement plus la fréquence sera faible.

Les ondes employées en T. S. F. sont à fréquence très élevée, d'autant plus élevée que l'on utilise de plus en plus des ondes courtes ; les vibrations sonores, au contraire, dont le nombre moyen est compris entre

même leur fournir quelques précisions, qui leur permettront de tenter, à leur tour, cette très intéressante réalisation du nouveau dispositif musical. Cette réalisation est, à vrai dire, assez délicate, mais nous sommes persuadés que nombreux sont, parmi nos lecteurs, ceux qui pourront la mener à bien.

15 et 6.000 par seconde, sont, par rapport aux ondes électromagnétiques, de fréquence faible ; c'est pourquoi on les appelle ondes de basse fréquence.

Comment l'appareil de M. Givelet émet les sons

L'appareil de M. Givelet, ayant pour but la production *directe* d'ondes sonores, étant bâti sur le plan de l'hétérodyne, devra avoir, pour les éléments L et C , des valeurs très élevées.

Prenons comme exemple la production du la_3 du diapason (1) ; elle exige 435 vibrations par seconde. Dans ce cas, la longueur de l'onde électromagnétique à produire est égale à $\frac{300.000.000}{435} = 689.655$ mètres.

Pour l'obtenir avec l'hétérodyne, en supposant que nous fixions la capacité C à la valeur de 9 microfarads (valeur arbitraire du reste), il nous faut donner à la self L une valeur de 14,676 millihenrys.

Cette valeur relativement considérable est obtenue en utilisant une self bobinée sur un noyau magnétique (formé d'un cylindre composé de nombreux fils de fer fins). Ce dispositif a deux avantages : d'abord il nécessite moins de spires, puis il permet de régler la valeur de la self-induction en faisant pénétrer plus ou moins le noyau dans la bobine.

Si, maintenant, nous couplons, par induction, avec la bobine d'hétérodyne une self mise en série avec un haut-parleur, celui-ci émettra l'onde sonore pour la fréquence de laquelle nous avons réglé le circuit LC , dans l'exemple précité, le la_3 .

Dès lors, l'appareil prend la forme de la figure 2.

On se rend déjà compte qu'il suffit, pour faire varier la hauteur de sons émis, de

(1) Diapason normal déposé au Conservatoire de musique de Paris.

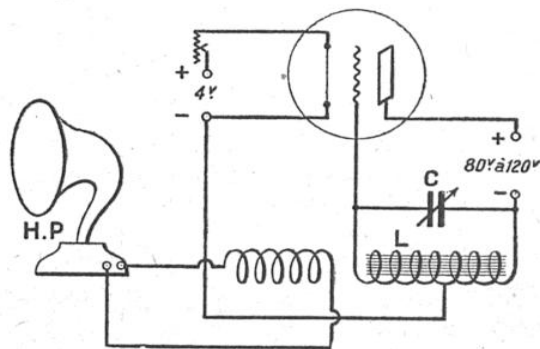


FIG. 2. — SCHÉMA DE MONTAGE DU PRODUCTEUR ÉLECTROMAGNÉTIQUE D'ONDES SONORES

modifier, soit indépendamment, soit simultanément, les valeurs de C , par variation de capacité, et de L , soit en modifiant le nombre de spires, soit en modifiant la position du noyau.

Une telle action, qui multiplie le nombre de vibrations par $\frac{25}{24}$ permet de diéser la note émise, c'est-à-dire de l'élever d'un demi-ton, ou de la bémoliser (abaisser d'un demi-ton) si cette multiplication est effectuée par $\frac{24}{25}$.

Le fonctionnement du piano radioélectrique

Tout ceci exposé, on va comprendre immédiatement le fonctionnement du piano radioélectrique sous sa forme complète.

Il serait possible d'émettre tous les sons désirés par la seule variation convenable de L et de C , mais on se heurterait à deux difficultés.

D'abord celle d'obtenir sans erreur le nombre exact de vibrations voulu; puis, chose plus grave, la nécessité de passer d'un son à l'autre non pas brusquement, mais en parcourant la gamme de tous les sons intermédiaires.

Ces difficultés sont tournées simultanément d'une façon très simple, en établissant en dérivation sur l'inductance L un jeu de condensateurs fixes, pouvant être mis chacun *séparément* en circuit par le jeu de clés, dont l'ensemble constitue le clavier de l'appareil.

Chacun de ces condensateurs a été réglé par construction, de telle manière que sa liaison avec la self unique donne au circuit oscillant une valeur bien déterminée, corres-

pondant à l'une des notes musicales de la gamme.

La transposition s'obtient dès lors le plus facilement du monde, par seule variation du noyau de fer de la self, ce qui monte ou descend la hauteur de toutes les notes.

Dièses et bémols peuvent être obtenus de même manière, ou par addition, soit en parallèle, soit en série, d'une capacité de variation jointe au circuit oscillant.

On obtient, en partant de cette conception, l'appareil complet que représente la figure 3, dont le clavier ne comporte qu'une seule gamme normale; mais on peut imaginer un dispositif d'action aussi étendue qu'il est possible de le désirer par seule multiplication des éléments.

Nous donnons, en outre, la photographie de l'inventeur utilisant l'appareil avec lequel il a eu l'honneur d'exécuter la *Marseillaise*, devant le Président de la République, le 19 décembre dernier, à l'Exposition des Sciences et des Arts.

Nous savons, d'autre part, qu'il travaille à un nouveau modèle permettant l'exécution des accords, ce qui en fera réellement un « orgue radioélectrique ».

Notons, enfin, qu'au lieu d'agir directement sur un haut parleur, ce dispositif peut moduler l'onde entretenue d'un émetteur de radiotéléphonie, et réaliser ainsi le curieux paradoxe d'un instrument muet à l'émission et produisant cependant de l'harmonie sonore dans tous les haut-parleurs des récepteurs (1).

J. ROUSSEL.

(1) Pendant que nous mettions sous presse, cette expérience a été réalisée en public par l'inventeur.

Le piano radioélectrique a permis d'impressionner « à la muette » un disque de phonographe, lequel, passé sous le style répétiteur, a permis de donner l'audition du morceau ainsi enregistré en plein silence.

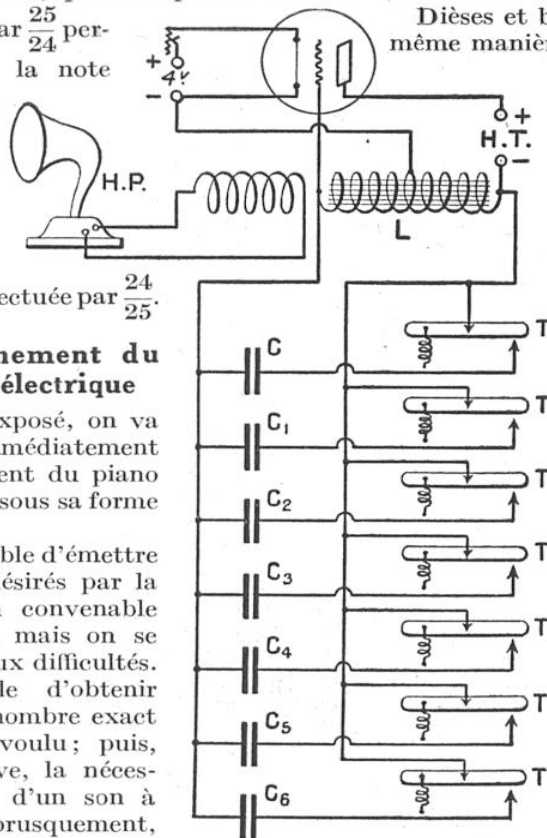


FIG. 3. — SCHÉMA DU PIANO RADIOÉLECTRIQUE

T T..., touches du clavier permettant de mettre en circuit, successivement, l'un des condensateurs $C, C_1, \dots$, correspondant chacun à une note déterminée de la gamme.



LE REMARQUABLE DÉVELOPPEMENT DE L'AVIATION TCHÉCOSLOVAQUE

Par le Général A. NIESSEL

Dès le lendemain de son indépendance, la Tchécoslovaquie s'est mise à l'œuvre dans le domaine aérien, apportant le même esprit d'application et de suite au développement de son industrie aéronautique et de l'infrastructure qu'à l'aviation militaire et à l'aviation commerciale. Les résultats obtenus sont tels que l'industrie tchécoslovaque fournit déjà des avions à l'étranger. Aussi, après avoir parlé de l'aviation des grandes puissances européennes (1) et de celle des Etats-Unis (2), La Science et la Vie se doit-elle de consacrer une étude à l'aviation tchécoslovaque et à son remarquable développement au cours de ces dernières années.

La situation géographique de la Tchécoslovaquie confère à son aéronautique une place de premier ordre

Au point de vue commercial, la Tchécoslovaquie occupe une position très avantageuse. Une partie des communications entre l'Europe occidentale et l'Europe orientale passent sur son territoire, telle notre ligne aérienne Paris-Varsovie, qui fait escale à Prague. L'Allemagne centrale et orientale et la Pologne sont obligées de le survoler pour se relier à l'Autriche, à la Hongrie, aux Balkans et au proche Orient. Aussi le gouvernement tchécoslovaque favorise-t-il l'union des lignes nationales et étrangères sur le principe de la réciprocité, c'est-à-dire que, pour chaque ligne créée sur son territoire par une société étrangère, il demande l'autorisation d'exploiter une ligne analogue sur le territoire étranger.

D'autre part, au point de vue militaire, ce pays, tout en longueur, peut être atteint par le bombardement ennemi aérien dans toutes ses parties : il a donc un besoin urgent de se préoccuper de sa défense aérienne.

Cette double raison explique l'intérêt particulièrement vif que l'on porte à l'aviation en Tchécoslovaquie.

D'ailleurs, les quatre expositions internationales d'aéronautique qui ont eu lieu à Prague, et auxquelles ont participé l'Allemagne, l'Angleterre et la France, démon-

trent mieux encore combien toutes les questions de navigation aérienne intéressent nos amis.

En Tchécoslovaquie, le ministère de la Défense nationale s'occupe de l'aviation militaire, qui disposait, en 1926, d'un budget de 153.000.000 de couronnes ; parmi ces dépenses figurent celles relatives à la création d'un institut militaire d'études et de recherches aéronautiques ; une partie du service météorologique est également entretenue sur ce budget. Pour l'aménagement des terrains civils et de leurs installations, de même pour tout ce qui concerne l'aviation commerciale, le ministère des Travaux publics dispose également d'un institut d'études aéronautiques et de stations météorologiques. Le budget de l'aviation civile a été de 29 millions 412.000 couronnes en 1927.

L'aménagement des terrains d'aviation

Il existe cinq aéroports à la fois militaires et civils, six aéroports exclusivement militaires et deux privés. Les plus importants, ceux de Prague, Brno (Brunn) et Bratislava (Presbourg), sont mixtes. En 1927, le ministère des Travaux publics a agrandi les terrains existants, organisé trois nouveaux terrains civils et créé de nombreux terrains de secours jalonnant les lignes de navigation en service.

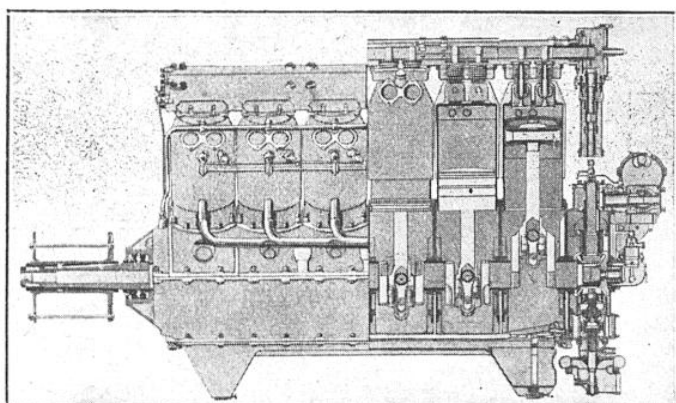
Les usines de construction d'avions

Aucune usine d'aviation n'existait sur le territoire de la république tchécoslovaque lors de sa constitution, en 1918.

Mais, avant même la fin de l'année, on

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 109, page 19 ; n° 113, page 361 ; n° 114, page 485 ; n° 122, page 101 ; n° 126, page 473 ; n° 128, page 91.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 124, page 289.



MOTEUR BREITFELD-DANEK DE 500-760 CH

C'est le premier moteur tchécoslovaque de grande puissance qui ait subi avec succès l'essai d'endurance de cent heures.

songeait à combler cette lacune. Un groupe de techniciens, dirigé par l'ingénieur Smolik, se formait, et l'Etat créait un arsenal aéronautique, qui, après divers avatars, est devenu l'usine militaire de construction aéronautique (*Vojenska Tovarna na Letadla*). A sa tête se trouve toujours M. Smolik, qui a présidé à sa naissance et à son évolution. Dès 1920, cet établissement fournissait déjà à l'armée tchécoslovaque des avions de reconnaissance. Réinstallé sur l'aérodrome de Letnany, près de Prague, en 1924, l'arsenal aéronautique construit maintenant tous les types d'avions militaires (école, chasse, observation et reconnaissance, bombardement de jour et de nuit) et des avions civils de modèle Smolik.

Une autre usine, l'Aéro, était créée dès le début de 1919. En 1923, elle a été installée à Prague-Vysocani.

Cette création était suivie, quelques mois plus tard, par celle de la maison Avia qui s'installait à Prague VII; elle a gardé ce nom pour la dénomination des avions construits par elle, mais son nom actuel est Milos Bondy.

Ces deux sociétés fabriquent également des avions de tous les types.

Enfin, depuis 1926, l'usine Skoda, de Pilsen, a fait son entrée dans l'industrie aéronautique, en construisant par licence une série d'avions de chasse Dewoitine. Elle dispose d'un important bureau d'études.

Dès maintenant, l'industrie

tchécoslovaque de construction d'avions ne se contente pas de servir l'aviation nationale. La Belgique a acquis la licence d'avions de chasse Avia, à la suite d'un concours organisé à Bruxelles, en 1925, où le type Avia BH.-21, moteur Jupiter, s'était classé premier. La maison Aéro a fourni des avions aux Pays Scandinaves et à la Bulgarie; ce dernier pays a également acheté des avions-écoles, type Smolik, à l'usine d'Etat.

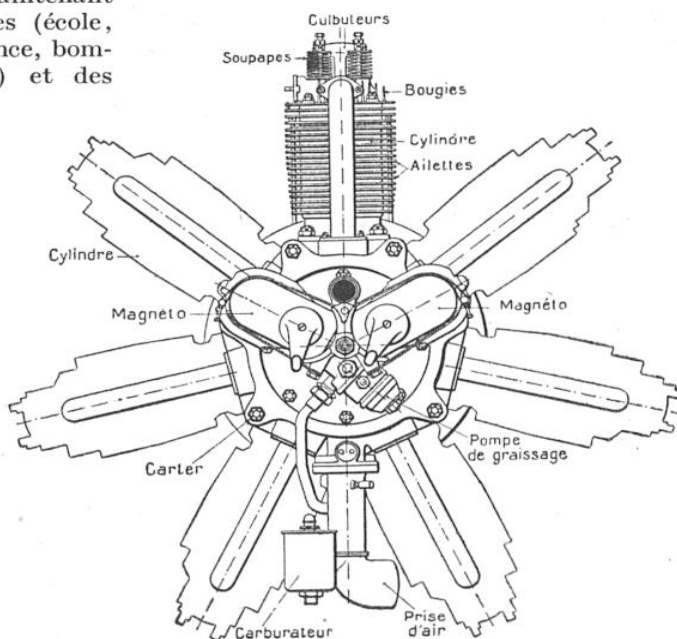
Toutes les matières premières, sauf le caoutchouc et l'aluminium, sont fournies par l'industrie nationale. Les forêts de la Bohême et de la Slovaquie donnent des bois excellents, qui valent les bois américains.

Usines de moteurs

Il existe quatre usines de moteurs.

La plus ancienne est Breitfeld-Danek, qui existait déjà sous la monarchie austro-hongroise. Elle fabrique par licence des Lorraine-Dietrich 450 ch et plusieurs moteurs originaux, dont le plus puissant fait 500 ch.

Depuis 1923, la maison Walter, déjà bien connue pour le moteur d'automobile, s'est



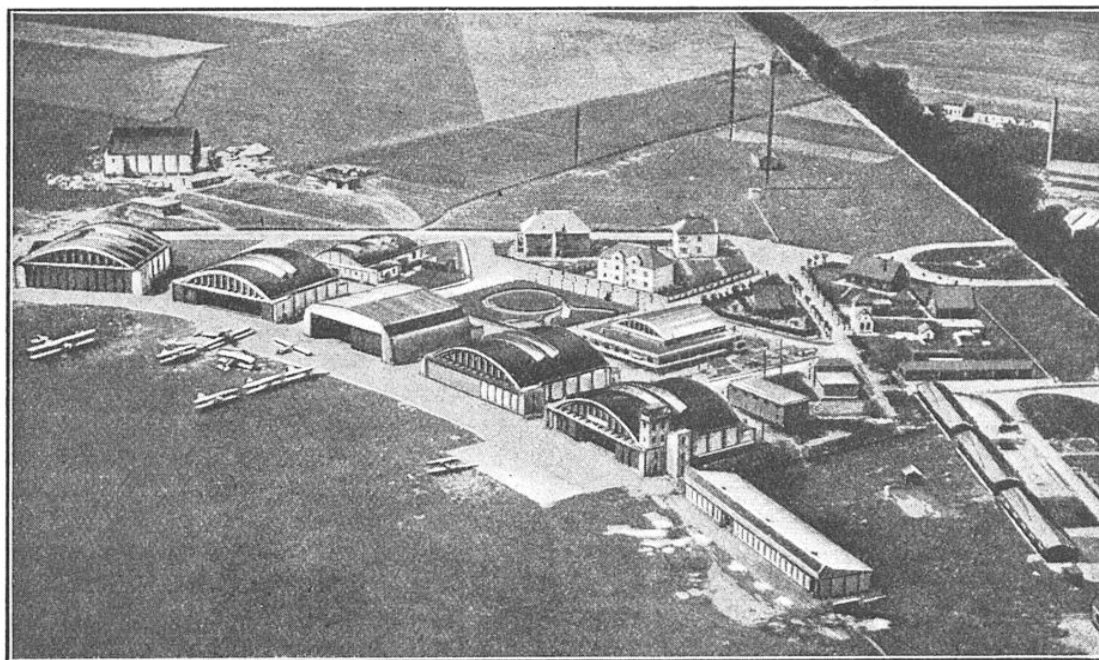
MOTEUR D'AVIATION WALTER 85 A REFROIDISSEMENT PAR AIR, TYPE N.-2, VU DE L'ARRIÈRE

mise aux moteurs d'aviation, à refroidissement par air, de 60, 85 et 110 ch, ou à refroidissement à eau, de 240 ch. Elle est sur le point de sortir un nouveau moteur, à refroidissement à air, de 220 ch. Enfin, elle construit aussi sous licence des moteurs Gnome-Jupiter de 425 ch.

Depuis 1923 également, l'usine Skoda et, depuis 1926, Laurin et Klement fabriquent sous licence des Lorraine 450 ch.

les ailes et le fuselage, mais ses avions ont souvent des ailerons métalliques ou mixtes ; ses revêtements sont, en grande partie, en contre-plaqué. Skoda a monté des avions entièrement métalliques.

La participation importante prise, en 1926, au Salon aéronautique de Paris, le succès de l'Exposition internationale de Prague, en 1927, plusieurs victoires internationales, les ventes d'avions et de licence



VUE D'ENSEMBLE DE L'AÉROPORT DE PRAGUE

Situé à 9 kilomètres de la capitale de la Tchécoslovaquie, cet aéroport comporte un terrain de 1.530 mètres de long sur 800 mètres de large et six hangars de 34 mètres d'ouverture sur 30 mètres de profondeur.

Les études et la technique

L'Institut militaire d'études et de recherches aéronautiques est largement installé sur l'aérodrome de Letňany, près de Prague, où une surface de 50.000 mètres carrés lui a été réservée. Il sert à l'aviation civile et à l'armée et possède de très belles installations (soufflerie, laboratoires, vaste hall pour les essais statiques, etc.), qui occupent 10.000 mètres carrés de superficie couverte.

Les meilleurs spécialistes militaires et civils du pays lui sont attachés.

Il comprend trois sections : construction, études techniques, météorologie.

A l'usine militaire et à l'Aéro, la construction est généralement mixte, bois et acier : Milos Bondy emploie d'ordinaire le bois pour

à l'étranger attestent la valeur publiquement reconnue de la technique et de l'industrie d'aviation tchécoslovaque.

Principaux modèles d'avions tchécoslovaques

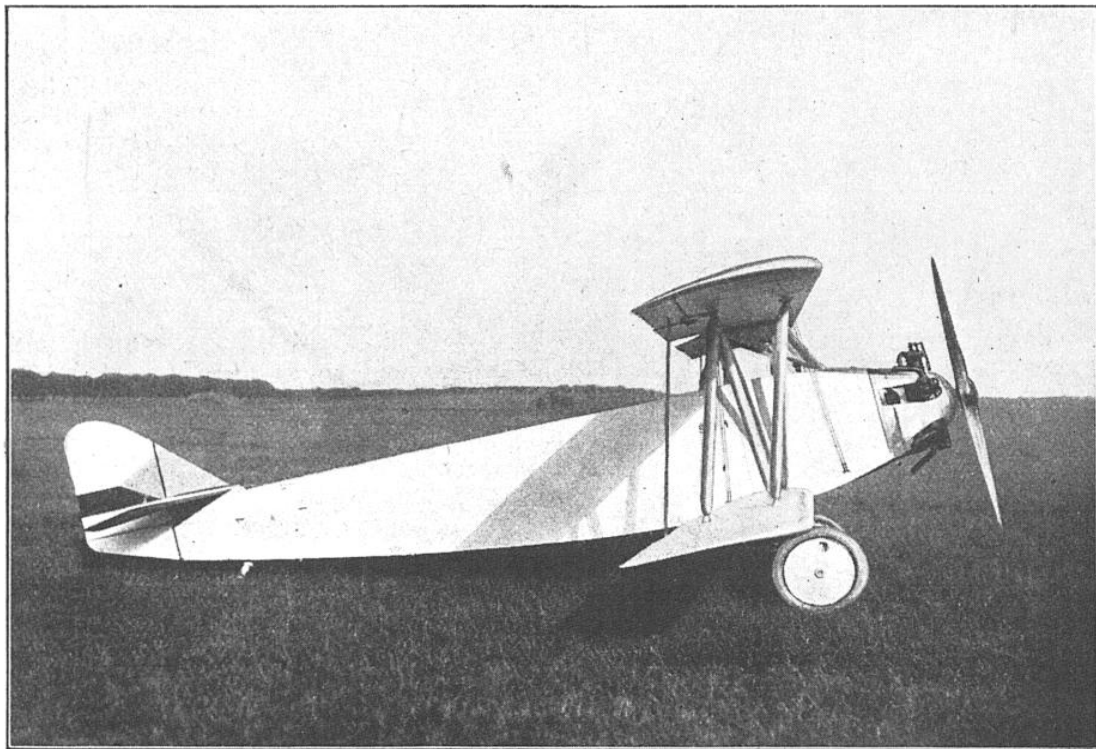
L'usine militaire a mis en construction vingt-quatre modèles Smolik de tous types, civils et militaires ; elle en a d'autres à l'étude, en particulier un bimoteur de protection et un trimoteur de combat.

Nous citerons parmi les premiers :

L'S.-16 métallique, de grande reconnaissance, normalement muni d'un moteur Lorraine-Dietrich 450 ch, avec lequel il a atteint une vitesse de 225 kilomètres à l'heure, un plafond de 7.500 mètres et une rapidité de montée de 5.000 mètres en



AVION SMOLIK « S.-16 » DE GRANDE RECONNAISSANCE ; MOTEUR LORRAINE DE 450 CH



AVION-ÉCOLE SMOLIK « S.-18 », ÉQUIPÉ AVEC UN MOTEUR WALTER DE 60 CH ET DESTINÉ AUX AVIATIONS TCHÉCOSLOVAQUE ET BULGARE

30 minutes, mais qui peut recevoir également un Napier-Lion ou un Hispano 450 ch, ou un Renault, ou un Breitfeld et Danek de 500 ch ;

L'S.-18 école, moteur Walter de 60 ch, employé par l'aviation tchécoslovaque et l'aviation bulgare ;

L'S.-20 de chasse, de construction mixte, moteur Skoda-Hispano 300 ch, qui a donné 250 kilomètres à l'heure, est monté à 5.000 mètres en 14 m 30 s et atteint un plafond de 7.000 mètres ; il est en service dans l'armée tchécoslovaque ;

L'S.-24, triplace de bombardement de nuit,

La maison Aéro a produit de très nombreux types d'avions de tout genre civils et militaires, plus d'une vingtaine. Nous mentionnerons parmi eux :

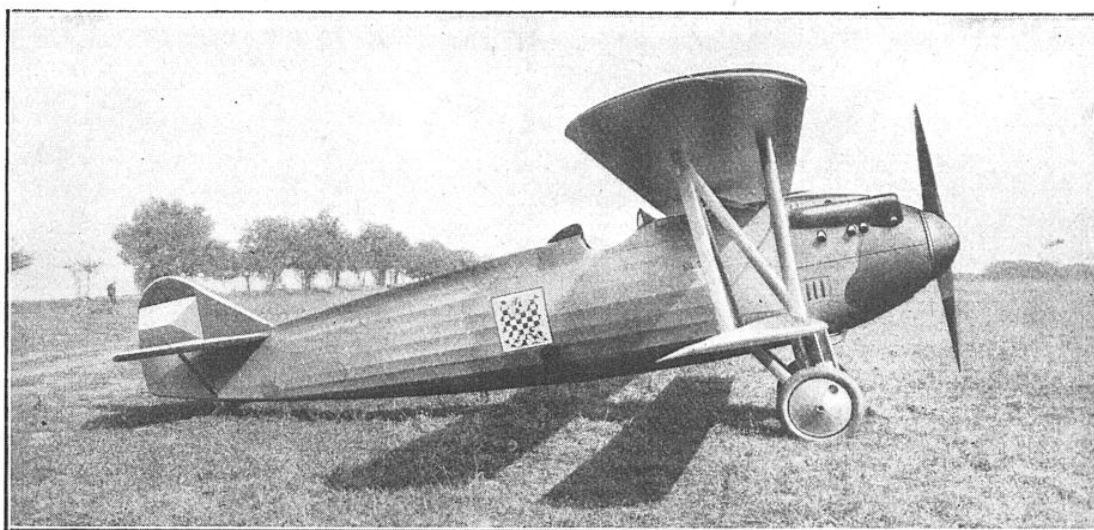
L'A.-10, limousine de transport, moteur Maybach 260 ch ;

L'A.-23, limousine de transport, moteur Lorraine de 450 ch ;

L'A.-27, de bombardement de nuit, bi-moteur Jupiter de 400 ch ;

L'A.-30, biplace de grande reconnaissance, moteur Lorraine de 450 ch ;

L'A.-32, biplace de chasse, moteur Jupiter de 400 ch.



AVION DE CHASSE LETOV « S.-20 », ÉQUIPÉ AVEC UN MOTEUR HISPANO DE 300 CH ET FOURNI AUX ARMÉES LITHUANIENNE ET YOUGOSLAVE

de construction métallique, moteur Breitfeld et Danek 500 ch ou Rolls-Royce 600 ch.

Pour la maison Milos Bondy, nous citerons spécialement :

L'Avia BH.-11, de tourisme et d'entraînement, monoplan à aile basse, à moteur Walter 60 ch, qui a obtenu, en 1925, la Coupe d'Italie pour avions à petite puissance, et s'est brillamment classé, en France, à un concours de même ordre, à Orly, en 1926 ;

L'Avia BH.-21, de chasse monoplace, moteur Hispano 300 ch, qui a obtenu, à Bruxelles, le succès déjà mentionné ci-dessus ; cet avion, muni d'un moteur Jupiter 425 ch, a pris l'indice BH.-33 ;

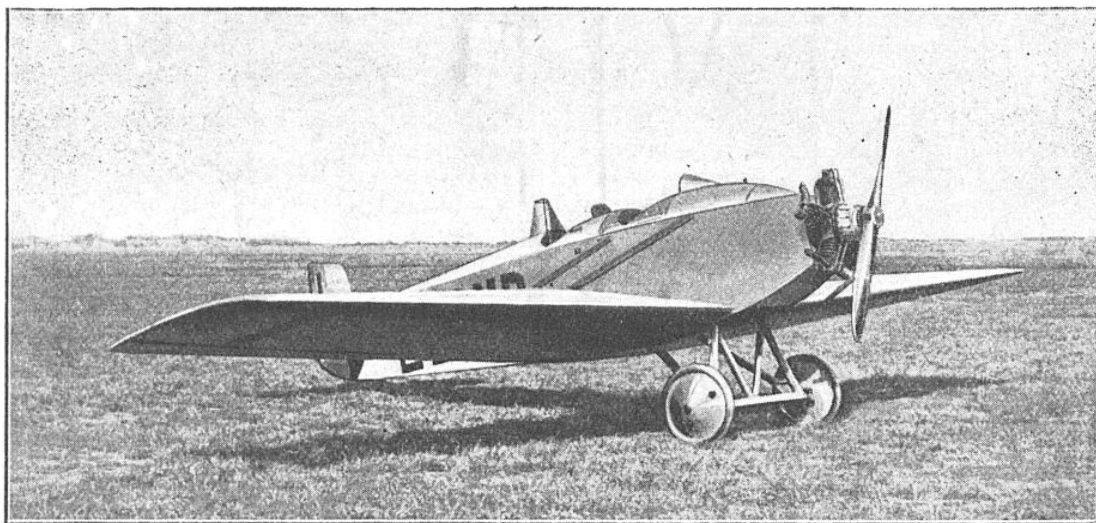
L'Avia BH.-26, biplace de chasse et de combat, muni d'un moteur Jupiter 425 ch, avec lequel il atteint une vitesse de 240 kilomètres-heure.

Les écoles et la propagande

Il existe trois écoles de pilotage (une élémentaire, une de transition, une supérieure) et une école d'observation.

Il en est sorti environ un millier de pilotes dont deux cents officiers. L'aviation civile compte peu de pilotes, mais une vive propagande est faite pour inviter les jeunes gens à venir à l'aviation, tant comme pilotes que comme mécaniciens et spécialistes.

D'autre part, l'opinion publique est intéressée à toutes les questions d'aéronautique par une propagande intense de la Masarykova Letecká Liga (Ligue Aérienne du Président Masaryk), qui comprend 190 groupements, avec plus de 80.000 membres. Elle est secondée par l'Aéro-Club tchécoslovaque, l'Aéro-Club de la Bohême de l'Ouest, l'Aéro-Club de Moravie et l'Association des Pilotes



AVION BIPLACE DE TOURISME ET D'ENTRAÎNEMENT AVIA « BH.-11 »

Aviateurs ; plusieurs journaux spéciaux, en langue tchèque ou allemande, servent de porte-parole à ces associations.

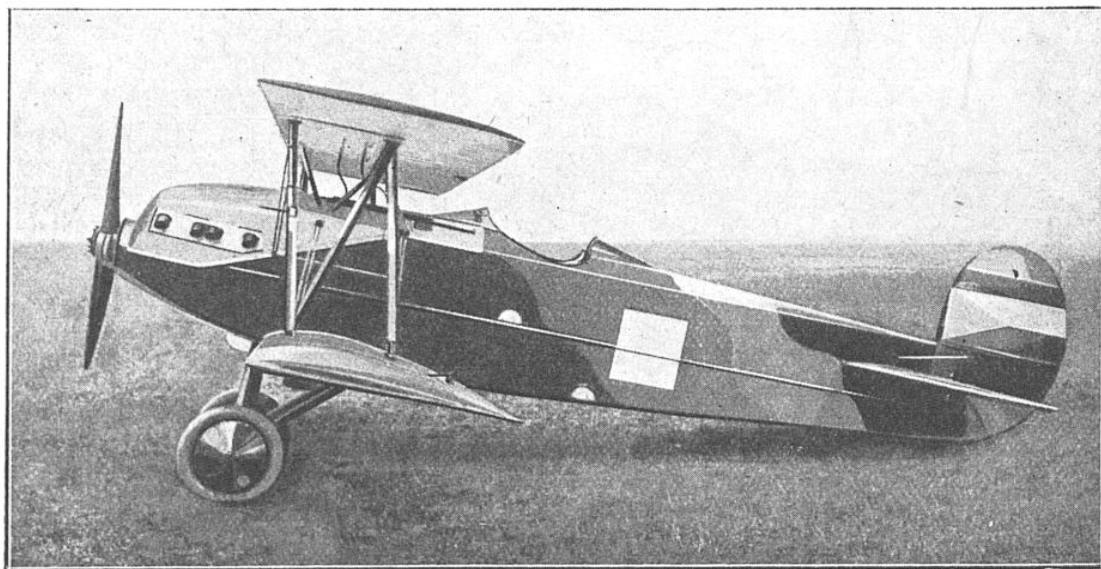
L'aviation militaire

L'aviation militaire comprend trois régiments mixtes, dans la composition desquels entrent des escadrilles de diverses subdivisions de l'arme. Chacun d'eux dispose d'un état-major, de deux ou trois groupes, d'une section photographique, d'un dépôt et d'un parc bien aménagé.

En réalité, il existe : 9 escadrilles d'observation, 5 de chasse, 1 de grande reconnaissance, 2 de bombardement de jour et 1 de bombardement de nuit.

Les compagnies de ballons captifs ont été sorties de l'aviation et passées à l'artillerie lourde.

La menace aérienne a provoqué la création d'un régiment d'artillerie antiaérienne, qui se compose de 3 groupes, comprenant chacun 3 batteries à 4 pièces et une compagnie de 8 projecteurs. On prévoit la formation



AVION MONOPLACE DE CHASSE AVIA « BH.-21 »

prochaine de batteries nouvelles et de batteries fixes pour la défense des points sensibles.

La navigation aérienne et les lignes commerciales

Dès maintenant, diverses lignes de navigation aérienne sont en exploitation.

Trois lignes internationales (Prague-Nuremberg - Strasbourg - Paris ; Prague-Bres-

exploitées par la Société allemande Luft-hansa. La dernière de ces lignes donne la correspondance avec la ligne de la même compagnie : Munich-Zurich-Lausanne-Geneve-Marseille.

Lignes nationales : L'Etat exploite les lignes : Prague - Brno (Brunn) - Bratislava (Presbourg)-Kosice ; Prague-Brno.

La ligne Prague-Marianské-Lazné (Marienbad), qui était exploitée comme ligne d'été



LIMOUSINE DE TRANSPORT AÉRO « A-10 », ÉQUIPÉE AVEC UN MOTEUR MAYBACH DE 260 CH

lau - Varsovie ; Prague - Vienne-Budapest - Belgrade - Bucarest - Constantinople) sont exploitées par la Compagnie internationale de Navigation aérienne, dont le port d'attache est au Bourget.

La ligne Varsovie-Cracovie-Brno (Brunn)-Vienne est desservie par la Société polonaise Polska Linia Lotnicza.

Les lignes Prague-Vienne et Prague-Berlin le sont par la Société tchécoslovaque de navigation aérienne.

Enfin, les lignes : Berlin-Dresde-Prague-Vienne (correspondances de Berlin sur Malmö, et de Vienne sur Bregenz, Klagenfurt et Constantinople) ; Berlin-Breslau-Gleiwitz-Brno (Brunn)-Vienne ; Prague-Chemnitz-Hall-Leipzig (correspondance sur Hanovre et Brême) ; Prague-Munich, sont

par la Société Aéro, l'est par l'Etat depuis l'été de 1927.

La ligne Prague-Liberec est exploitée par la Société Avia, à qui appartient le terrain de Liberec.

Les lignes d'Etat ont obtenu, en 1927, les résultats suivants :

2.268 vols, faisant, au total, 415.278 kilomètres ; 4.233 voyageurs ; 19.459.310 kilogrammes de colis ; 813.818 kilogrammes de fret postal ; 18.172.848 kilogrammes de marchandises (soit une charge totale de 38 millions 445.976 kilogrammes) ; 3.009 heures de vol ; 96 % de régularité.

Il est question d'ouvrir, en 1928, deux nouvelles lignes d'Etat :

Brno-Moravska-Ostrav-Marianské-Lazné-Karlovy-Vary et Kosice-Uzhorod.

Mais surtout de nouvelles lignes internationales sont à l'étude ou vont apparaître, et certaines d'entre elles sont destinées à faire une concurrence dangereuse à celles qui existent déjà. Ce sont les lignes :

Londres-Cologne-Prague-Budapest (anglaise) ; Prague-Bratislava-Zagreb-Trieste (tchécoslovaque) ; Brême-Hanovre-Chemnitz-Prague (allemande) ; Breslau-Gleiwitz-Brno-Vienne (allemande) ; Vienne-Prague (autrichienne) ; Budapest-Prague (hongroise).

essais ont été faits par le professeur Komarek, directeur de l'Institut d'Etat pour la protection des forêts, pour la projection par avion de poudres destinées à lutter contre les parasites des plantes. On a utilisé, dans ce but, de l'arséniate de calcium. L'avion volait le plus bas possible (10 à 20 mètres au-dessus des cultures ; 35 mètres au-dessus des hautes futaies), et la dispersion du produit était réalisée, soit par les tourbillons produits par l'hélice, soit par une installation méca-



CARTE D'ENSEMBLE DES LIGNES AÉRIENNES TCHÉCOSLOVAQUES EN COURS D'EXPLOITATION ET PRÉVUES (LA TCHÉCOSLOVAQUIE EST REPRÉSENTÉE EN GRISÉ)

Sauf une, toutes ces lignes passent par Prague, qui va ainsi devenir un aéroport d'une rare importance.

La ligne anglaise peut constituer un tronçon de la ligne vers l'Egypte et les Indes. Les lignes sur Trieste (tchécoslovaque) et sur Vienne (allemande), qui se prolongeront aussi vers le sud, ouvrent les communications entre le nord de l'Europe et l'Italie.

Il faut remarquer que plusieurs de ces lignes se doublent, se triplent même sur certains parcours : Prague-Vienne par exemple. Cela ne les aidera pas à boucler leurs budgets, même si le goût des voyages aériens se répand beaucoup.

L'avion au service de l'agriculture

Aucun des côtés utilisables de l'aviation n'a été perdu de vue. C'est ainsi que des

nique spéciale de dispersion, sur des bandes successives de 20 à 60 mètres de large. Ces expériences auraient été concluantes.

On pense à commencer des études pour lutter de la même façon contre les sauterelles.

Conclusion

De tout ce qui précède, il ressort que la Tchécoslovaquie, consciente des besoins de sa défense nationale comme des résultats que peut lui procurer sa situation géographique avantageuse, a discerné, dès le début de son indépendance, l'importance qu'a pour elle l'aviation, tant civile que militaire. Son gouvernement a su lui consacrer les efforts pécuniaires et d'organisation qu'elle méritait. Il est payé de ces efforts par les brillants résultats déjà obtenus par l'aviation tchécoslovaque.

GÉNÉRAL A. NIESEL.

L'ASTRONOMIE POUR TOUS

QU'EST-CE QUE L'ASTROPHYSIQUE ?

Par Albert NODON

PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE BORDEAUX

L'astronomie physique ou astrophysique est d'une étude plus facilement accessible que l'astronomie de position ou astronomie mathématique qu'elle complète. Elle a pour but de nous mettre en relation avec le monde sidéral par l'intermédiaire des propriétés physiques de la matière qui le constitue. Les propriétés nous sont révélées à distance par l'analyse spectrale, qui nous permet de scruter la nature intime des astres et de déterminer la part que prend, dans leur formation et dans leur évolution, l'énergie sous ses diverses formes. Notre savant collaborateur, M. Albert Nodon, auteur de fort belles découvertes dans ce domaine, a su dire aux lecteurs les moins avertis, en un langage extrêmement clair, ce que nous ont appris jusqu'ici les mondes qui peuplent l'Univers, montrer quels résultats ont été obtenus et ce que l'on peut attendre de ces recherches et de ces conquêtes, qui sont les plus belles et les plus fructueuses de la science. Ces problèmes, profondément émouvants, élargissent singulièrement les limites de notre horizon terrestre.

L'astrophysique est une science de laboratoire

C'EST au laboratoire que débute l'étude de l'astrophysique, car c'est là qu'avec l'aide du *spectroscope* nous scrutons la nature intime de la matière portée à des températures extrêmement élevées, et que nous tirons de ces études des déductions importantes sur la composition des gaz incandescents et, en général, sur toute la *thermodynamique* stellaire.

Dans ces recherches de grande envergure, nous mobilisons, pour nos besoins, la plupart des ondes de l'éther, telles que chaleur, lumière, électricité, et nous les chargeons de nous aider à scruter les troublants problèmes des mondes lointains de l'Univers.

Nous savons aujourd'hui que, sous le terme générique de *lumière*, nous devons comprendre beaucoup d'autres ondulations que celles révélées par l'œil. Il existe en effet des ondes beaucoup plus longues, que nous ne voyons pas, appelées ondes infrarouges ou calorifiques, et d'autres beaucoup

plus courtes, telles que les radiations ultraviolettes, les rayons X et les rayons gamma.

Mais, à la longueur près, toutes ces ondulations sont analogues à celles de la lumière ; elles sont régies par les mêmes lois générales et possèdent toutes, des plus longues aux plus courtes, une vitesse de propagation uniforme, qui est celle de la lumière. Des recherches récentes ont permis d'approfondir le mécanisme très probable de la génération des ondes lumineuses, en général ; ce mécanisme paraît être étroitement lié aux propriétés intimes de l'*atome* lui-même.

Ces phénomènes, déduits de faits nombreux et régis par des lois précises, nous sont devenus d'un secours très précieux pour scruter l'ensemble des particularités

physiques et mécaniques se rattachant aux ondes calorifiques, lumineuses et ultraviolettes émises par les étoiles.

L'atome est un système planétaire

Essayons de donner une idée générale sur les résultats déjà acquis. Chacun sait que tout corps, qu'il soit solide, liquide ou gazeux,



M. ALBERT NODON

est constitué par des milliards de minuscules particules, séparées les unes des autres par d'immenses espaces, et que ces particules ou *molécules* sont sans cesse en mouvement.

Les molécules sont elles-mêmes formées de groupements réguliers de particules plus petites encore, appelées *atomes*.

Mais la subdivision de la matière ne s'arrête pas là ; chaque atome est formé lui-même de millions de particules, plus minuscules encore, appelées *électrons*, tournant avec une vitesse prodigieuse autour d'un centre ou *noyau* atomique.

Chaque électron emporte avec lui, dans son vertigineux mouvement de rotation, une puissante charge négative ; tandis que le noyau renferme une charge positive, égale à la somme de toutes les charges opposées des électrons qui l'entourent.

On peut se demander de quelle façon on est parvenu à de telles conclusions, puisqu'on n'a jamais vu les atomes ni les électrons et qu'on ne les verra peut-être jamais, par suite de leur extrême petitesse et de la vertigineuse rapidité de leurs mouvements ! On y est parvenu à la suite de nombreuses déductions d'ordre expérimental ; et les théories qu'on a édifiées cadrent si étroitement avec la plupart des faits connus et permettent d'en prévoir tant d'autres, que ces hypothèses semblent bien proches de la vérité.

On peut dans une certaine mesure comparer le noyau atomique au Soleil, autour duquel gravitent les planètes, que représentent les électrons dans l'atome.

Chaque corps simple est figuré par un système planétaire différent, qui lui assure des propriétés physiques et chimiques particulières.

Il survient parfois des collisions imprévues, provenant de l'intrusion subite d'un ou plusieurs électrons extérieurs, animés d'énormes vitesses. Il arrive alors que l'une des pla-

nètes minuscules est arrachée de son orbite et transportée par le choc sur une orbite extérieure de plus grand diamètre. Mais, la collision ne durant qu'un instant, la planète retourne aussitôt sur son orbite primitive.

Sous l'effet du choc, elle avait emmagasiné de l'énergie ; en revenant à sa position première, elle abandonne cette énergie. C'est précisément dans ce phénomène que réside le secret de la génération de la lumière ! En effet, l'énergie est dissipée à travers l'éther sous forme de vibrations, et ce sont, d'après les données actuelles, ces vibrations de l'éther qui constituent la lumière. Quant à la qualité de la lumière émise, c'est-à-dire sa couleur, elle dépend de la vitesse avec laquelle s'est effectué le phénomène, vitesse qui varie suivant la nature de l'atome, la position des orbites sur lesquelles se font les collisions, la masse de l'électron, etc...

Comment étudie-t-on une radiation lumineuse ?

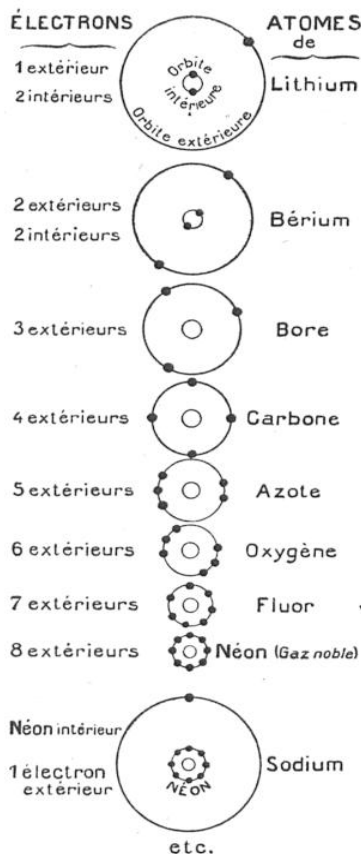
L'étude des radiations lumineuses est, en quelque sorte, l'écho fidèle de celle des atomes qui les émettent, c'est-à-dire qu'elle nous permet de déterminer à distance la nature intime de la matière constituant les mondes lointains de l'Univers sidéral.

Il convient, avant d'étudier une radiation lumineuse, de la séparer complètement de la multitude des autres radiations que nous envoie une étoile ; nous y parvenons facilement à

l'aide du *spectroscope*, qui étale toutes les couleurs du spectre et ne laisse passer que celle que l'on veut étudier à travers une petite fente verticale.

Nous isolons, par exemple, une radiation jaune, qui correspond à une longueur d'onde déterminée ; nous savons que cette raie jaune provient d'un atome de sodium.

Du fait de l'apparition de cette raie spectrale, nous en concluons que certains élec-



REPRÉSENTATION SCHEMATIQUE DU NOMBRE ET DE LA POSITION RELATIVE DES ÉLECTRONS DANS DIVERS ÉLÉMENTS

Le néon (Ne) représente un gaz noble terminant la série du lithium. On retrouve le néon dans le noyau de la série du sodium (Korsel).

trons de l'atome de sodium, portés à haute température, donnent naissance à des collisions internes caractérisant certains états physiques de l'atome. Nous savons, d'autre part, que certaines modifications dans la position de cette raie du sodium, dans son éclat, dans sa largeur, etc., correspondent à des états bien déterminés de l'atome de sodium correspondant eux-mêmes à une température, une tension de vapeur, une charge électrique, etc., bien définies.

Bref, nous pouvons, par la simple inspection de la raie spectrale, établir *a priori* l'état complet des conditions physiques dans lesquelles se trouvent les vapeurs de sodium dans l'astre observé.

Poursuivant cette intéressante étude spectroscopique, nous découvrons d'autres raies émises par le sodium; certaines sont situées dans le rouge extrême, d'autres dans le violet extrême; l'étude de ces raies nous fournit de nouvelles données sur l'état physique et dynamique des électrons qui proviennent d'orbites plus éloignées ou plus rapprochées du noyau atomique.

Si notre étude s'étend à d'autres atomes que ceux du sodium, par exemple à ceux de l'hélium, de l'hydrogène, du calcium, etc., nous aurons autant de renseignements nouveaux sur l'état physique de l'étoile (fig. 8). Chaque découverte faite dans le laboratoire nous fournit des données nouvelles sur l'état physique des corps à haute température et nous fait gravir un nouvel échelon dans l'échelle de nos connaissances astrophysiques.

L'astrophysique a permis de connaître la composition des étoiles

Donnons un aperçu des principaux résultats déjà acquis.

Les étoiles sont formées de gaz et de vapeurs métalliques, portés à une température extrêmement élevée. Celle-ci diminue d'abord lentement, puis décroît très rapidement au voisinage de la surface.

On admet généralement que les régions centrales, que nos moyens d'investigation ne parviennent pas encore à atteindre, sont à une température dépassant tout ce que nous pouvons imaginer; et les gaz qui occupent ces régions sont probablement soumis à de formidables pressions.

Il est donc probable que, dans de telles fournaies, l'atome est dissocié en électrons et que ceux-ci ainsi que le noyau lui-même sont détruits. Qu'existe-t-il alors à la place des dernières particules matérielles? Impossible d'y répondre dans l'état actuel de la science!

La température et la pression diminuant à mesure qu'on s'éloigne des parties centrales, la

matière s'y reconstitue progressivement, et les gaz que nous connaissons apparaissent dans les enveloppes extérieures.

On parvient du reste à mesurer, avec un certain degré de précision, la température des couches externes; on constate que celle-ci varie entre des limites assez étroites, comprises entre 3.000° et 10.000° absolus, c'est-à-dire comptés à partir de - 273° centigrades (zéro absolu).



DIMENSIONS DE QUELQUES ÉTOILES COMPARÉES A CELLES DU SOLEIL

Le Soleil est représenté par le petit point blanc situé au milieu du carré. A l'échelle du dessin, son diamètre est de un sixième de millimètre.

Les enveloppes extérieures des étoiles jouent le rôle d'écran protecteur ; elles empêchent la chaleur centrale de se dissiper trop rapidement à travers l'espace.

Dans les étoiles les plus volumineuses, qui sont aussi les plus chaudes, les couches externes sont tellement opaques à l'égard des radiations calorifiques et lumineuses que leur température et leur luminosité sont comparables à celles de petites étoiles naines, telles que notre Soleil, dont l'opacité est beaucoup moindre que celle des géantes. Ces mondes gigantesques laissent, pour ainsi dire, distiller goutte à goutte leur énergie interne, et cette déperdition extrêmement lente assure à ces étoiles une durée extraordinaire se chiffrant par des milliards de siècles. L'énergie qui cherche sans cesse à s'échapper à travers leurs enveloppes opaques, exerce un véritable effort de pression sur celles-ci, tendant à les dilater indéfiniment ; c'est du reste à cause de cette *pression de radiation* que les étoiles jeunes, renfermant une grande provision d'énergie, ont un diamètre si grand et une densité moyenne si faible.

Mais, d'autre part, la pesanteur ou force de gravitation tend, au contraire, à condenser toute la matière stellaire au centre de l'étoile. Il en résulte deux actions diamétralement contraires, dont l'état d'équilibre assure à l'étoile un diamètre à peu près invariable pendant les durées immenses où la température interne reste sensiblement constante.

A quelle source d'énergie extraordinaire les étoiles peuvent-elles puiser pour conserver, sans amoindrissement sensible, des températures aussi élevées ?

On a imaginé maintes hypothèses pour expliquer ce fait. On a invoqué successivement l'énergie libérée par la contraction continue de l'astre ; la chute incessante de météorites à sa surface ; une combustion interne et maintes autres réactions chimiques, ainsi que les désintégrations du radium, etc. Toutes ces hypothèses se sont effondrées devant les calculs qui démontrent que toutes leurs actions réunies seraient absolument insuffisantes pour expliquer les effets constatés.

Les nouvelles théories sur la formation de l'atome ont, au contraire, fourni, dans ces dernières années, une explication très plausible de l'entretien de l'énergie stellaire.

Le calcul démontre, en effet, que l'union du noyau positif avec les électrons négatifs, dans la formation des corps élémentaires, dégage une quantité d'énergie largement suffisante pour expliquer l'entretien de la chaleur du Soleil et des étoiles.

Les étoiles géantes et les étoiles naines sont d'âges différents

Depuis qu'on a pu déterminer les dimensions réelles des étoiles ainsi que leur âge, il a été possible d'en faire un classement méthodique. Celles dont la formation est relativement récente et dont le diamètre est le plus considérable, ont une température centrale extrêmement élevée, ce sont les *étoiles géantes*.

Celles qui, au contraire, sont de formation plus ancienne et dont la température est plus basse, constituent les *étoiles naines*, parmi lesquelles se trouve le Soleil.

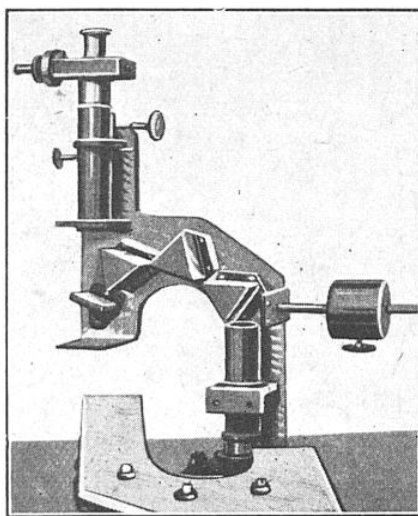
A ce propos, Edington met en lumière ce fait curieux suivant : les géantes et les naines, malgré leurs énormes différences apparentes, ren-

ferment toutes sensiblement un même poids de matière : les géantes sont très peu denses et les naines sont très denses.

On explique de cette façon les densités extraordinaires de certaines étoiles, telles que le petit satellite de *Sirius*, qui ne paraît avoir que 20.000 kilomètres de diamètre, mais dont la densité moyenne est cinquante mille fois supérieure à celle de l'eau, c'est-à-dire que la masse de cette étoile minuscule serait du même ordre de grandeur que celle du Soleil, qui est un monstre à côté d'elle !

Les étoiles géantes les plus chaudes ont une coloration blanche ou bleue ; on y découvre au spectroscope la présence de l'*hélium*, qui apparaît le premier dans les mondes en formation.

Ces étoiles sont groupées dans la *classe B*. A un degré de formation plus ancien se trouvent les étoiles géantes de la *classe A*,



SPECTROSCOPE A PLUSIEURS PRISMES

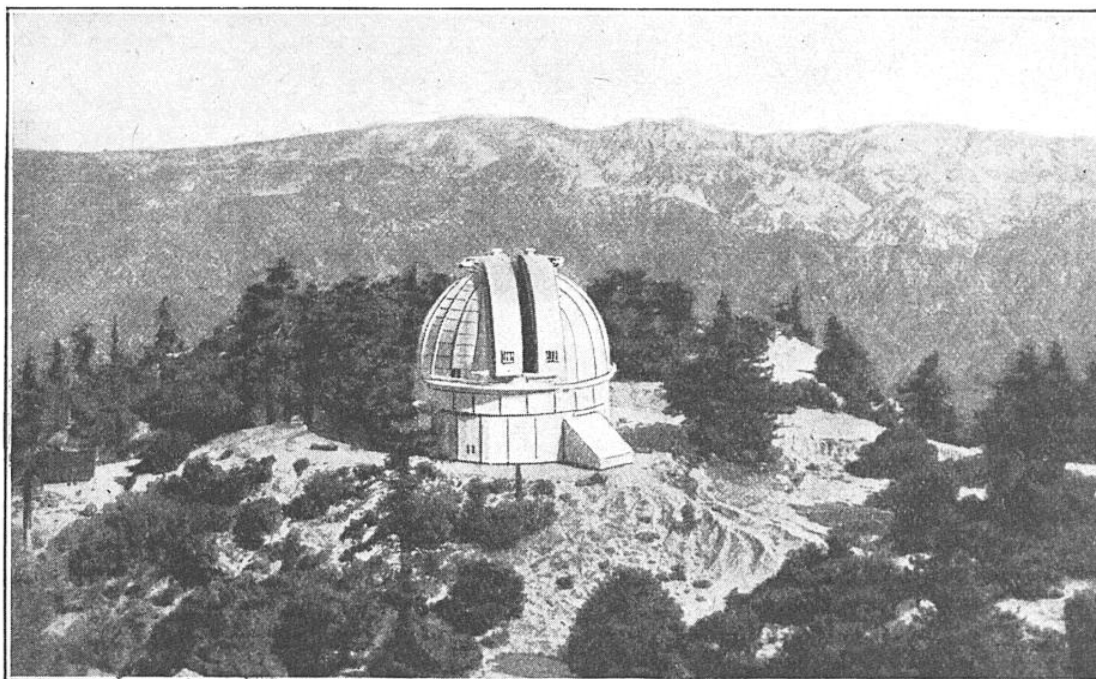
qui ont une coloration blanche et où domine l'hydrogène, qui précède l'hélium dans la genèse des mondes.

Les classes *N* et *R* renferment de vieilles étoiles sur le déclin.

Il en existe probablement un grand nombre d'autres, qui sont éteintes et invisibles, mais dont la masse centrale est peut-être encore à un degré très élevé de température.

La composition des étoiles commence à être connue

Il nous est facile de mesurer l'éclat lumineux des étoiles ; il est plus difficile de mesurer leur température, à cause de l'interposition de notre atmosphère. On y parvient cependant par des méthodes indirectes ; et l'on compare les spectres lumineux des étoiles,



LA GRANDE COUPOLE DE L'OBSERVATOIRE DU MONT WILSON, EN CALIFORNIE, QUI ABRITE LE PLUS PUISSANT INSTRUMENT D'OBSERVATION DU MONDE

Quant aux innombrables planètes qui évoluent autour des étoiles, ce ne sont en réalité que des étoiles pygmées, dont la faible masse a été promptement refroidie.

Au delà des étoiles sont les nébuleuses

En premier lieu, les *nébuleuses spirales*, situées à des millions d'années de lumière ; ce sont vraisemblablement des univers immenses, analogues à notre galactique, ou *Voie lactée*, peuplés comme elle de millions d'étoiles et de planètes.

En second lieu, les *nébuleuses gazeuses*, qui sont situées à la limite extérieure de notre galactique et qui existent vraisemblablement sur les bords de toute nébuleuse spirale.

Les nébuleuses gazeuses sont d'immenses creusets célestes où s'élabore la formation des étoiles.

après leur passage à travers des écrans colorés, avec ceux fournis par des sources lumineuses dont la température est connue, telles que l'arc électrique.

On ne parvient malheureusement pas encore à faire l'étude des spectres stellaires dans l'ultra-violet, par suite de leur absorption par l'atmosphère terrestre. Ce fait est fort regrettable, car l'étude de l'ultra-violet présenterait une grande importance dans l'étude des couches profondes des atmosphères stellaires.

Les données encore très incomplètes que nous possédons sur la physique stellaire, permettent cependant de se former une idée générale de la composition probable des étoiles et des nébuleuses. Ce sont, comme nous l'avons dit, des sphères gazeuses, dont les parties centrales sont soumises très proba-

blement à des températures et à des pressions invariables, et où les atomes sont dissociés.

Les couches externes, perdant sans cesse de leur chaleur par rayonnement, sont beaucoup moins chaudes ; et la pression de radiation tendant à accroître le volume de l'étoile, comme nous l'avons dit précédemment, il en résulte une pression gazeuse très faible dans les couches stellaires externes.

Les enveloppes externes dont la température est relativement basse, sont très absorbantes ; elles interceptent le passage des radiations très courtes, telles que les rayons gamma et X, ainsi que les rayons ultra-violettes extrêmes. Elles absorbent partiellement les radiations ultra-violettes les plus longues et elles transforment les raies spectrales lumineuses en raies obscures. C'est le phénomène du *renversement des raies*.

Le Soleil se prête mieux aux investigations que les autres étoiles

La proximité du Soleil nous permet d'en étudier plus facilement la composition, analogue à celle des autres étoiles naines de formation déjà ancienne.

Nous ignorons encore quelle est la température et la pression des masses solaires centrales ; il est cependant présumable que les atomes y sont dissociés.

Nous savons que la densité de la matière solaire centrale est élevée, car elle est voisine de celle du fer ; tandis que la densité moyenne de l'astre est beaucoup plus faible.

La première couche extérieure sur laquelle nous possédions des données moins vagues, est la *photosphère*, où la pression est faible, la température très élevée encore et la dissociation atomique très avancée.

Au-dessus de la photosphère se trouve une couche gazeuse de faible épaisseur,

appelée *couche renversante*, parce qu'elle provoque le renversement des raies spectrales brillantes émises par la photosphère.

La dernière enveloppe externe est la *chromosphère*, dont la température est beaucoup plus basse et la pression très faible. C'est dans la chromosphère que se manifestent la plupart des phénomènes solaires, tels que *taches*, *facules* ou *plages* brillantes qui entourent les taches ; *filaments* ou taches allongées ; *protubérances* ou jets enflammés. C'est encore dans cette région que paraissent se produire les actions électriques et magnétiques, qui ont leur répercussion jusqu'à la Terre.

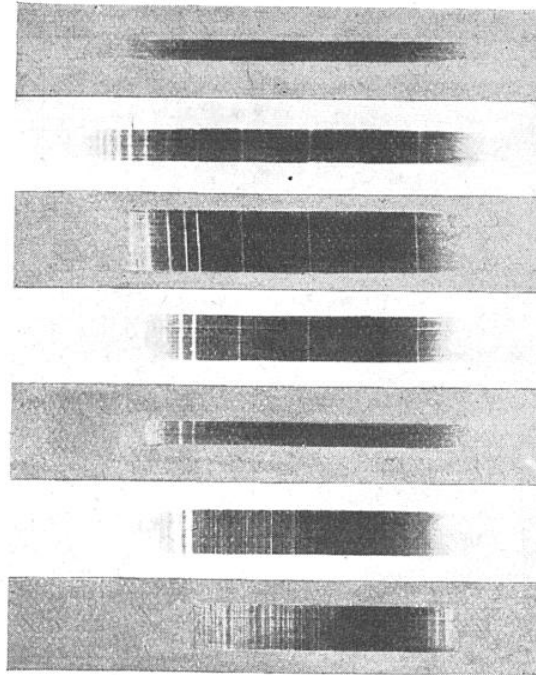
La chromosphère est entourée d'une poussière très ténue, constituant une sorte d'enveloppe extérieure de forme très irrégulière, appelée *couronne solaire* ou *matière coronale*. Cette couronne, qui est à une température relativement basse, est très faiblement lumineuse ; aussi ne peut-on l'apercevoir que pendant les éclipses solaires.

La matière coronale paraît être soumise à des actions électriques très puissantes, qui la projettent à travers l'es-

pace sous forme de jets électrisés. Ces jets se produisent principalement pendant les périodes d'activité solaire ; leur action sur notre globe paraît se manifester sous forme d'aurores polaires, d'orages magnétiques et de troubles atmosphériques.

On est parvenu à étudier les phénomènes magnétiques qui se produisent dans la chromosphère au voisinage des taches et des facules, à l'aide de méthodes optiques découvertes par Zeeman et appliquées par Hale.

Zeeman a, en effet, trouvé qu'en faisant agir un aimant très puissant sur des gaz portés à haute température, les raies spectrales émises par ces gaz incandescents se



TYPES DE SPECTRES D'ÉTOILES
(Observatoire de Harvard College, Cambridge U. S. A.)

De haut en bas : ϵ Orionis ; α Can. Maj. ; α Carinae ; α Can. Min. ; α Aurigae ; α Bootis ; α Orionis.

divisent en deux ou trois raies très voisines. En mesurant l'écartement de ces raies, on en peut déduire l'intensité du champ magnétique solaire.

L'action électrique solaire, que nous avons signalée pour la première fois en 1885, à la suite d'observations faites à la Sorbonne (1), paraît être la cause principale des courants électriques circulant dans la haute atmosphère terrestre, origine probable du magnétisme terrestre.

Le Soleil, comme tous les astres, émet des radiations de diverses longueurs d'onde et il semble probable que l'atmosphère terrestre ne laisse passer que certaines d'entre elles, telles que les calorifiques et les lumineuses, tandis qu'elle oppose une barrière infranchissable aux autres, telles que les ondes électromagnétiques, les ondes ultra-violettes et les rayons X, qui seraient, du reste, funestes à la vie biologique.

La gamme des radiations se complète peu à peu

On peut représenter sous une forme schématique toute la gamme des radiations, comme nous l'avons signalé pour la première fois en 1893 (2).

Les ondes les plus longues sont appelées *électromagnétiques*, ou ondes hertziennes ; ce sont celles qu'on utilise en T. S. F. ; puis viennent les *ondes infra-rouges*, ou calorifiques. Il existe, du reste, une région commune à ces deux espèces d'ondes.

Les *ondes lumineuses*, qui occupent un espace très réduit dans l'échelle des radiations, suivent les radiations infra-rouges et précèdent les ultra-violettes. Le passage de l'une à

l'autre se fait également d'une façon insensible. Les *radiations ultra-violettes* se transforment insensiblement en *rayons X de grande longueur d'onde*, que nous avons découvertes à la Sorbonne en 1901 (1) ; ceux-ci sont suivis des *rayons de Röntgen*, qui se terminent par les radiations les plus courtes que l'on connaisse : les *rayons gamma* émis par le radium.

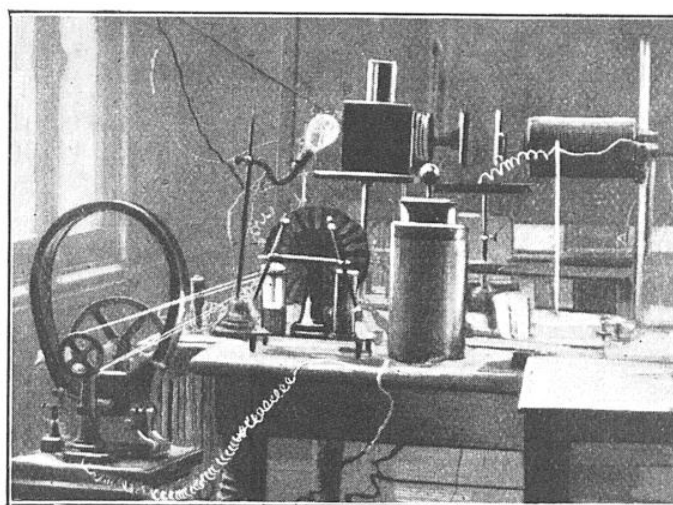
Chaque jour, de nouvelles découvertes scientifiques reculent davantage la limite des radiations extrêmement courtes. On connaît déjà l'existence de rayons ultra X et ultra-gamma, dont M. Perrin avait pressenti l'existence. Nous en avons commencé l'étude en 1921 (2) en recherchant les modifications que les radiations solaires et stellaires produisaient sur les substances radioactives. Des recherches analogues furent faites plus récemment par M^{lle} Maracineano, docteur ès sciences, par M. Hoffmann, par Millikan, etc.

Nous avons, d'autre part, commencé en

1923 l'étude de la radioactivité de la *cellule vitale*, qui paraît conduire à une nouvelle orientation vers l'étude de radiations extraordinairement courtes, probablement émises par le Soleil et les étoiles, et établissant des relations d'ordre encore inconnu entre certaines ondes et la vie biologique elle-même.

Cet exposé sommaire nous permet d'entrevoir l'immense étendue de la science astrophysique, utilisant l'ensemble des connaissances humaines dans les divers domaines de la mécanique, de la physique et de la chimie.

A. NODON.



DISPOSITIF UTILISÉ PAR M. A. NODON À LA SORBONNE, EN 1901, POUR LA DÉCOUVERTE DE RAYONS X DE GRANDE LONGUEUR D'ONDE

(1) Note à l'Académie des Sciences du 29 juin 1885.

(2) *Revue Générale des Sciences*, du 15 novembre 1893, « Echelle générale de l'Energie », par M. Albert

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (17 octobre 1921, 18 avril 1922, 11 juin 1923).

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. 132, 1901 ; t. 134, 1902 ; 15 décembre 1924.

(Les prémisses sur l'astrophysique ont été développées par l'auteur dans un ouvrage récent : *Éléments d'astrophysique*, par A. Nodon — Blanchard, éditeur.) La découverte des ultra-radiations doit donc être

LA CHAUFFE AU CHARBON PULVÉRISÉ A BORD DES NAVIRES

Par E.-R. DARTEVELLE

Lors de l'apparition du moteur à combustion interne et plus particulièrement du moteur type Diesel, de nombreux techniciens des plus qualifiés estimèrent que l'ancienne machine à vapeur avait vécu. En effet, ces moteurs à combustion réalisaient un tel progrès au point de vue du rendement des machines motrices que cet enthousiasme paraissait fondé. Ce rendement, comme l'on sait, grâce à l'emploi des nouveaux moteurs, était passé de 10 % à 30 %, c'est-à-dire avait triplé, entraînant, par voie de conséquences, une économie de consommation de combustible réduite dans les mêmes proportions. Cependant, peu à peu, les progrès, également réalisés dans le domaine de la machine à vapeur, laissaient entrevoir des avantages nouveaux qui n'étaient pas à dédaigner et dont l'utilisation était particulièrement indiquée dans certains cas, tels que pour les grandes centrales électriques et les grandes unités navales. L'évolution de la machine à vapeur, au cours de ces dernières années, contrairement à ce que pourrait penser le grand public, est véritablement digne de retenir l'attention, non seulement des techniciens, mais encore de tous ceux qui s'intéressent aux progrès industriels. Grâce à cette évolution, on peut affirmer que la machine à vapeur d'aujourd'hui rivalise avec succès avec ses divers concurrents. Un seul exemple suffit à le démontrer : l'emploi de la turbine à vapeur a permis d'améliorer le rendement, dans la proportion de un à deux, par rapport à l'ancienne machine à vapeur classique (1). Laissant de côté l'historique des modifications essentielles intervenues récemment — et aussi nombreuses que géniales — soit dans le traitement du combustible, soit dans l'usage du condenseur, soit dans l'aménagement des cheminées, nous étudierons plus spécialement, dans cet article, l'application la plus récente et la plus marquante, qui consiste à utiliser la chauffe au charbon pulvérisé. Ce problème de l'emploi du combustible solide, sous la forme pulvérisée, résolu tout récemment, marque, en effet, une étape décisive dans l'évolution des machines à vapeur, car elle doit leur permettre de reconquérir — tout au moins partiellement — le domaine de la navigation maritime, où le moteur Diesel notamment semblait devoir régner en maître et prendre rapidement et définitivement la première place dans la propulsion des flottes modernes (2).

Les avantages de la chauffe au charbon pulvérisé

L'IDÉE de brûler le charbon à l'état pulvéulent est déjà ancienne. Les premières études sur ce sujet remontent à 1880 environ, et il existait déjà une installation expérimentale à New York en 1895.

On a eu l'idée de pulvériser le charbon, pour augmenter la rapidité et la perfection de la combustion, afin d'éliminer les pertes de combustible par la cheminée et d'évacuer les gaz de la combustion à la température la plus basse possible. Ces deux desiderata concordent pour améliorer le rendement de la chaudière, en diminuant les pertes thermiques dans les gaz de la cheminée.

On sait qu'un combustible solide, divisé

en fragments menus, brûle beaucoup plus vite que s'il est en très gros morceaux. C'est ainsi que, dans les canons, on réalise une combustion d'autant plus lente que les grains de la poudre sont plus gros. C'est également le moyen employé pour rendre possible la combustion de quelques grammes de pétrole dans un cylindre de moteur, en une faible fraction de seconde.

L'explication de ce phénomène est très simple. L'expérience de tous les jours nous montre que la combustion est une réaction chimique qui, s'effectuant par la surface des corps, est d'autant plus rapide que cette surface est plus grande. Un cube de 10 centimètres de côté a une surface de 6 décimètres carrés. Si nous le divisons en huit cubes égaux, la surface totale de l'ensemble devient 12 décimètres carrés, ainsi que le montre un calcul simple. D'une façon plus générale, si nous divisons notre tube en n cubes égaux, la surface totale de la matière devient

(1) Voir l'article sur les turbines à vapeur, dans le n° 21, de *La Science et la Vie*, page 63.

(2) Voir l'article sur les motorships, dans le n° 120 de *La Science et la Vie*, page 519.

6 n décimètres cubes. La rapidité de combustion, qui est proportionnelle à cette surface, est donc inversement proportionnelle aux dimensions linéaires des grains. Ce résultat, que nous avons ainsi démontré pour des grains cubiques, reste vrai quelle que soit leur forme.

Alors qu'avec la grille on dispose d'une surface de combustion de l'ordre de grandeur de la surface de grille, et sur laquelle on ne peut pas agir, avec la poussière de charbon, au contraire, la surface de combustion n'a plus aucun rapport avec la surface de grille. Elle est proportionnelle au nombre de particules envoyées dans le foyer, et on peut la faire varier exactement comme on fait varier le débit d'un robinet.

Pour obtenir cette variation, le combustible est porté par un courant d'air dans le foyer de la chaudière ; chaque grain se trouve ainsi enrobé dans le gaz qui lui est nécessaire, et brûle à peu près instantanément. Au point de vue transport, le mélange obtenu se comporte comme un gaz et non comme un solide.

Dans les foyers à grille, la quantité de charbon brûlée dans l'unité de temps est proportionnelle à la surface de la grille. Sa combustion produit une quantité de chaleur qui doit être absorbée par la surface des tubes de la chaudière contenant de l'eau ou entourés par de l'eau. Ces deux surfaces doivent donc être proportionnelles.

Dans les foyers à mélange pulvérisé, au contraire, la quantité de chaleur produite dans l'unité de temps est proportionnelle au nombre de particules combustibles que l'on peut introduire dans

la chambre de combustion, chacune de ces particules étant entourée de la quantité d'air nécessaire à sa combustion. La chaleur produite est donc proportionnelle au volume de la chambre de combustion. Il en résulte qu'il doit y avoir proportionnalité entre le volume de cette chambre et la surface de transmission de la chaleur (surface de chauffe).

Les installations terrestres pour la chauffe au charbon pulvérisé

Ce système de chauffe s'est d'abord développé dans les installations terrestres seules. Il nécessite, en

effet, toute une usine auxiliaire de préparation du mélange combustible, et cette installation absorbait, au début, trop de poids et trop de place pour qu'il fût possible d'envisager sérieusement l'application de la méthode aux chaudières marines. D'ailleurs, pour cette même raison, le système de chauffe par le charbon pulvérisé fut d'abord réservé aux usines puissantes, pour lesquelles les services auxiliaires n'occupent qu'une place restreinte.

La préparation du charbon pulvérisé

La préparation du combustible depuis la soule, où il est en morceaux, jusqu'aux brûleurs, comporte plusieurs opérations.

Le charbon est d'abord *desséché*, c'est-à-dire débarrassé de l'eau qui l'imprègne toujours plus ou moins. On évite, par là, la perte de chaleur qui correspond à l'évaporation inutile de cette eau dans le foyer.

Il passe ensuite dans un *pulvérisateur* ou *broyeur*. La poussière produite par ce broyeur est entraînée

ensuite par un courant d'air énergique, produit par un ventilateur et, en général, préalablement réchauffé pour obtenir une com-

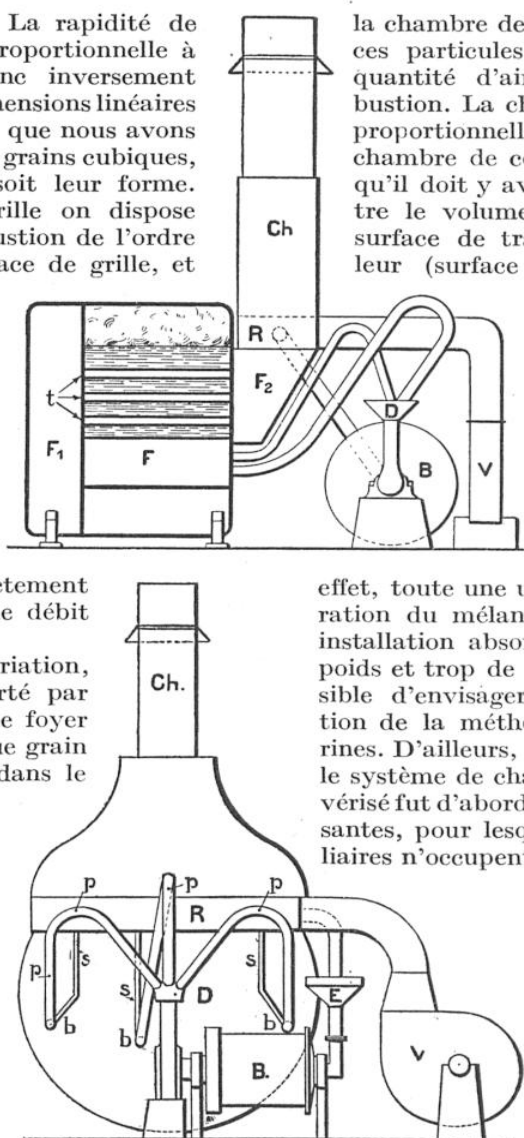


SCHÉMA D'UNE INSTALLATION DE CHAUFFE AU CHARBON PULVÉRISÉ. EN HAUT, COUPE LONGITUDINALE ; EN BAS, VUE DE FACE

Le charbon en morceaux est versé dans le broyeur tournant B par l'entonnoir E. Il est entraîné sous forme de poussière par un courant d'air produit par le ventilateur V. Cet air est réchauffé au pied de la cheminée, en R, et traverse ensuite le broyeur suivant son axe. Le mélange est réparti entre les brûleurs b par le distributeur D. L'air additionnel nécessaire arrive aux brûleurs b par les dérivationes s, qui sont prises sur le circuit principal d'air réchauffé.

bustion plus active et plus complète. Le mélange de poussière et d'air va directement au brûleur.

Tout récemment, on a ajouté à l'usine de pulvérisation du combustible une installation de carbonisation à basse température. Cette dernière, en permettant de récupérer des produits volatils précieux, représente l'utilisation la plus rémunératrice du charbon.

Pour envoyer au brûleur un mélange combustible de composition optimale, il faut :

Que les proportions d'air et de charbon soient exactement déterminées ;

Que la finesse de pulvérisation du charbon soit toujours la même ;

Enfin, que l'on puisse faire varier le débit de la poussière de charbon sans altérer les deux premières conditions.

Une admission d'air additionnel réglable est nécessaire. Le débit de l'air du ventilateur est calculé, en effet, pour entraîner le charbon et non pour

former le mélange optimum. Celui-ci exige toujours plus d'air que l'opération du transport, d'où la nécessité d'air additionnel. Quant à la variation du débit, elle est nécessitée par la variation de la puissance demandée à la machine.

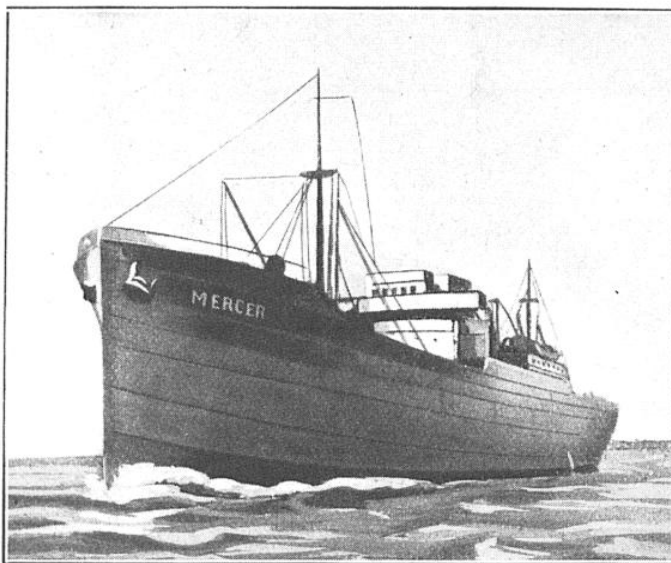
En principe, on maintient fixe le débit du ventilateur, ce qui permet d'entraîner des particules de charbon qui ont toujours la même grosseur maxima. On fait varier le débit du charbon en agissant sur l'allure du broyeur, ce qui modifie la quantité de poussière produite. Enfin, on agit sur l'air additionnel, soit avec un ventilateur spécial, soit avec des diaphragmes disposés sur le circuit général de l'air.

La chauffe au charbon pulvérisé dans la marine

Nous avons déjà fait remarquer que, pour des raisons de poids et de volume, l'emploi

du charbon pulvérisé à bord des navires n'avait pu être envisagé jusqu'ici. Cependant, le *Fuel Conservation Committee* des Etats-Unis, et plus particulièrement l'ingénieur E. Jefferson et le commandant Joseph S. Evans, de la marine militaire américaine, sont parvenus à l'adapter aux sévères conditions de poids de la construction navale et à montrer que le système reste largement rémunérateur aux puissances relativement faibles des bateaux de charge.

Le bateau qui a servi aux essais est le



LE CARGO AMÉRICAIN « MERCER », QUI A ÉTÉ ÉQUIPÉ POUR LES ESSAIS DE CHAUFFE AU CHARBON PULVÉRISÉ

Mercer, modeste cargo de 9.700 tonnes, à la silhouette massive. Il est construit pour donner 10,5 nœuds en charge. Sa machine unique est une turbine de 2.500 ch, qui actionne une hélice à 90 tours par minute, par l'intermédiaire d'engrenages à double réduction. Les chaudières, qui constituent l'organe essentiel au point de vue où nous nous plaçons, sont au nombre de

trois. Ce sont des chaudières Scotch, qui rentrent dans la catégorie des chaudières ordinaires des bateaux de commerce peu puissants.

Il était nécessaire, si l'on voulait que le système fût pratique, d'adapter la nouvelle chauffe aux chaudières existantes et d'éviter la nécessité d'un type de chaudière spécial. Les armateurs et constructeurs auraient, en général, reculé devant les dépenses provoquées par cette dernière méthode.

Ce point étant éclairci, il restait à décider si la pulvérisation devait se faire à terre ou à bord. En faveur de la première thèse, intervient immédiatement la diminution considérable de poids, d'encombrement et de prix de l'installation du bord. Au point de vue du prix, l'avantage sera peut-être, en partie, compensé par l'élévation du prix du charbon. Nous devons dire *peut-être*, car, si la pulvérisation à terre s'accompagne de carbonisation à basse température, elle permet la

récupération de précieux produits et peut se présenter comme une opération rémunératrice en elle-même. Par contre, le stockage à bord de charbon pulvérisé entraîne un danger sérieux d'explosions. Certains ingénieurs estiment que la carbonisation préalable à basse température supprime ce danger, mais la preuve pratique n'en a pas encore été donnée. L'inconvénient capital de la pulvérisation à terre provient de la difficulté d'approvisionnement. Les bâtiments soumis à ce système seraient tributaires des parcs à charbon pulvérisé. Ces stations sont inexistantes actuellement et resteront encore longtemps extrêmement rares.

Mais cet inconvénient est moins important pour les navires de guerre, constamment tributaires de leurs bases. Il suffirait d'y installer des parcs spéciaux de ce charbon, sans doute moins onéreux que les parcs à mazout, pour satisfaire aux exigences de la nouvelle chauffe.

La commission américaine n'a pas étudié comparativement les deux solutions de la pulvérisation. Elle a considéré, non sans raison, au moins provisoirement, que la pulvérisation à terre ne pouvait pas aboutir à une solution commerciale pratique.

D'après notre examen, le fond du débat reste ouvert. La solution adoptée sur le *Mercer* était d'ailleurs, il faut le reconnaître, de beaucoup la plus difficile au point de vue technique, car elle nécessitait l'installation de l'usine de pulvérisation du charbon dans un espace très restreint, étant données les dimensions relativement faibles de ce bateau.

Il y a peu de choses à dire ici, sur les détails de l'installation du *Mercer*, qui ne soient pas indiquées sur les figures jointes. On remarquera que chaque chaudière est munie de trois brûleurs, alimentés par un seul broyeur et par un seul ventilateur. Le réglage de la puissance se fait en agissant sur la vitesse du broyeur, et la qualité de la combustion s'obtient en ouvrant plus ou moins l'admission de l'air du ventilateur dans une dérivation qui alimente le brûleur en air additionnel.

Les résultats du « Mercer »

L'étude du système du *Mercer* a trouvé sa conclusion et son couronnement dans un voyage New York-Rotterdam et retour, qui s'est terminé en janvier dernier. Les résultats techniques ayant déjà été acquis par un essai de dix jours sur la côte américaine, ce voyage avait pour double but de faire connaître en Europe la nouvelle application de la chauffe au charbon pulvérisé et d'établir un bilan de service purement commercial. De fait, pendant ses escales européennes, le *Mercer* fut le rendez-vous des plus hautes personnalités du continent spécialisées dans la construction navale.

Les résultats obtenus se passent de commentaires, et la façon la plus éloquente de les présenter consiste à les énoncer dans toute leur nudité.

De New York à Rotterdam, le *Mercer*, sur quinze jours de traversée, se heurta à une très grosse mer pendant douze jours. Néanmoins, bien que la vitesse de service des bâtiments

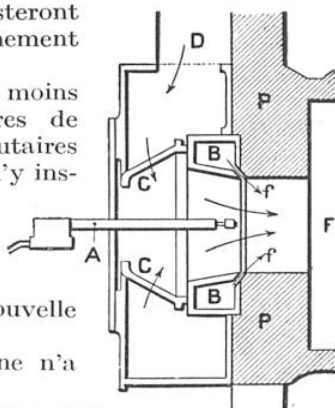
de sa série soit de 10,1 nœuds, il maintient une vitesse moyenne légèrement supérieure à 10 nœuds, et cela avec deux chaudières seulement en fonction. Sa consommation journalière s'est élevée à

30 tonnes de charbon environ, alors que les cargos similaires consomment de 39 à 41 tonnes de charbon ou 30 tonnes de mazout.

Perspectives d'avenir

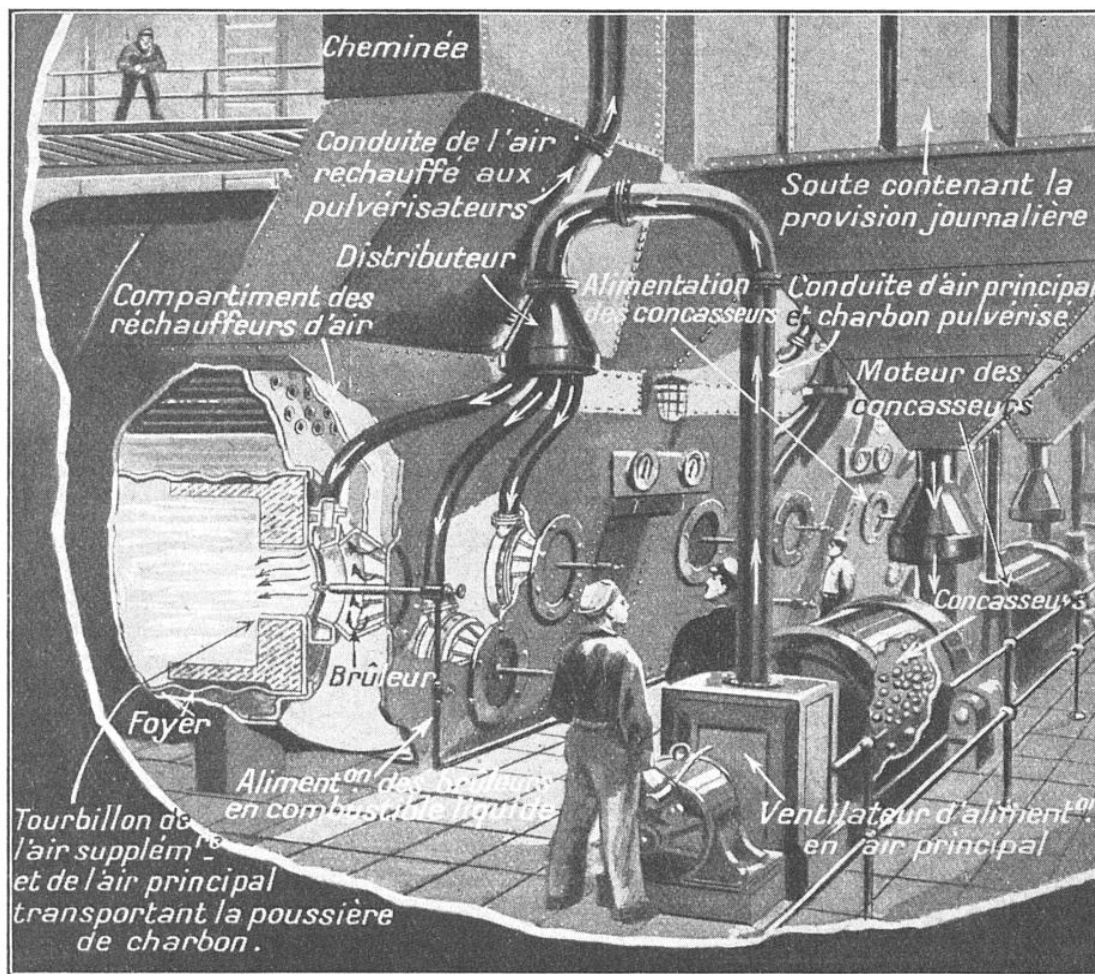
Pour terminer cet exposé, il nous reste à examiner quelles sont les perspectives d'avenir de la chauffe au charbon pulvérisé dans la marine.

Il n'est pas douteux que, tel qu'il a été réalisé à bord du *Mercer*, ce système peut rivaliser, dès aujourd'hui, avec la chauffe au mazout la plus moderne sur les bâtiments à faible puissance. N'oublions pas, en effet, que le *Mercer*, bateau de 10.000 tonnes environ, de 120 mètres de long, 16 m 50 de large et 9 m 20 de tirant d'eau, n'était propulsé que par 2.500 ch (1 ch pour 4 tonnes). Ce résultat, dans cette classe de navires, est si peu douteux que, dès maintenant, une



BRÛLEUR MIXTE «PEABODY» POUR LA CHAUFFE AU MAZOUT ET AU CHARBON PULVÉRISÉ

Le mélange de poussière et d'air entre dans le foyer F par l'ouverture circulaire f, qui se trouve à l'arrière de la couverture B, où débouche le tuyau d'arrivée. L'air additionnel arrive en D, puis traverse les lucarnes C et se joint au mélange sortant de f. A est un brûleur à mazout, qui permet à la chaudière d'utiliser également les combustibles liquides.



INSTALLATION DU « MERCER » POUR LA CHAUFFE AU CHARBON PULVÉRISÉ

compagnie minière américaine a fait établir les plans de deux bateaux charbonniers un peu plus petits, de 3.000 ch chacun, possédant des turbines admettant la vapeur à 30 kilogrammes de pression et munis de ce système de chauffe.

Par contre, la question est tout autre si l'on envisage les bâtiments à forte puissance spécifique (ou puissance par tonne), tels que les paquebots ou les bâtiments de guerre légers de surface. Il y a loin des 2.500 ch pour les 10.000 tonnes du *Mercer* aux 50.000 ch pour les 2.500 tonnes de nos conducteurs de flottille genre *Tigre*. De l'un à l'autre, le poids de la machine passe de 200 kilogrammes à 10 kilogrammes par cheval, environ.

La chaudière du *Mercer* brûle en charbon le même poids que ses similaires brûlent en mazout. Au point de vue militaire et stratégique, ce résultat est de première impor-

tance pour un pays comme la France. Nous sommes, en effet, indépendants de la mer pour notre ravitaillement en charbon, alors que nous sommes totalement dépendants d'elle et de l'étranger pour notre ravitaillement en pétrole. Il est donc désirable que la poussière de charbon puisse remplacer le mazout à bord des bateaux puissants. Pour que ce résultat puisse être atteint, il faut que le nouveau combustible donne toute sécurité quant aux risques d'explosions, et permette de réaliser un rayon d'action et une puissance comparables, sous un volume et un poids comparables, à ceux que donne le mazout. Il faut, enfin, que la marine dispose de pares spéciaux dans chacune de ses bases. La dernière question n'est qu'une question d'organisation. Par contre, les trois autres ne sont pas encore élucidées.

E.-R. DARTEVELLE.

LES MYSTÈRES DES SCIENCES NATURELLES

LES GRANDS VOYAGES DES OISEAUX MIGRATEURS

Par Maurice BOUBIER

DOCTEUR ÈS SCIENCES

L'observation des phénomènes de la vie, dans les sciences naturelles, est véritablement passionnante, et combien d'entre eux sont encore peu connus du grand public ! Dans ce domaine, les migrations périodiques des oiseaux ont donné lieu à des recherches patientes pour en déterminer les lois. Grâce au « baguement » des grands voiliers de l'air, on a pu ainsi tracer avec exactitude leur itinéraire, d'un continent à l'autre. Par contre, nous ne sommes pas encore actuellement renseignés, avec précision, sur les facteurs qui déterminent ces grands voyages de migration à travers l'espace. Le phénomène de la migration demeure donc, jusqu'ici, un des problèmes biologiques ouverts à l'hypothèse. Les conditions atmosphériques elles-mêmes seraient étrangères à ces grands voyages aériens, et, dans l'étude qui suit, l'auteur, spécialiste en la matière, a exposé les différentes hypothèses qui permettent d'interpréter les causes de la migration chez les oiseaux et d'étudier leur sens d'orientation.

LORSQUE, en 1749, le célèbre naturaliste Linné, l'un des grands maîtres de la science au XVIII^e siècle, écrivait qu'« en automne et à l'approche du froid, les Hirondelles, quand les insectes viennent à leur manquer, cherchent un asile au fond des lacs et des rivières, entre les roseaux », il ne croyait pas tomber dans une grossière erreur, longtemps propagée, même par de bons esprits et jusqu'en plein XIX^e siècle.

Deux cents ans, bientôt, se sont écoulés depuis Linné, mais si la question des migrations est, dans son ensemble, largement résolue, bien des points de ce passionnant phénomène restent encore enveloppés de brumes.

Comment on a organisé l'observation des migrations des oiseaux

Pour venir à bout de ce problème, il fallut l'attaquer et par l'observation et par l'expérience. Et, tout d'abord, par l'observation. On apprit que les oiseaux qui, en automne, disparaissent des contrées tempérées, se retrouvent, en hiver, dans les pays méridionaux. Déjà, Pierre Belon, l'ancêtre des ornithologues français, au milieu du XVI^e siècle et au cours de ses pérégrinations dans le Proche-Orient, avait vu, en hiver, les Hirondelles et les Grues voler en Égypte et en Palestine. A la fin du XVIII^e siècle, Adanson vit hiverner au Sénégal des Bécasses, des

Cailles, des Bergeronnettes et des Hirondelles de cheminée, cependant que Godeheu de Riville remarquait les passages des oiseaux à l'île de Malte, et le P. Sanvitali, ceux provenant d'Italie.

Au cours du XIX^e siècle, les observations se précisent, s'amplifient et s'enregistrent méthodiquement. Des naturalistes de plus en plus nombreux notent les passages, les dates de départ et de retour des migrateurs. Une abondante documentation s'amasse, qui, enfin, va se compléter par l'expérience du baguement.

Il y a seulement 40 ans que la méthode du « baguement » est employée

En 1890, un Danois, Christian Mortensen, fixa un ruban de zinc à la patte d'un Etourneau pris au nid. En 1899, il remplaça le zinc par l'aluminium et annela 165 jeunes Etourneaux. Désormais, les bagues porteront, gravées, les indications nécessaires : nom de la station et numéros d'ordre. Les reprises d'oiseaux bagués fournissent des renseignements précis sur le point d'arrivée et, partant, sur la route probable de migration, sur l'âge, sur la vitesse de déplacement des oiseaux, etc. C'est ainsi qu'en 1907, Mortensen ayant bagué 102 Sarcelles d'hiver dans l'île danoise de Fåno, il se trouva que 22 individus furent repris à la fin de décembre 1908 dans la même île, 15 le furent en août

et septembre 1908, sur les côtes occidentales de la France, dans le Sud-Ouest de l'Angleterre et en Hollande, 1 dans le Nord de l'Italie et 1 dans le Sud de l'Espagne, à 2.300 kilomètres du point de départ.

Pour « baguer » les oiseaux, il faut tout d'abord les capturer sans les blesser

Récemment, et ce surtout sous l'impulsion de Prentiss Baldwin, qui a bien voulu nous céder quelques-unes des photographies qui illustrent cet article, la méthode de baguement s'est perfectionnée aux Etats-Unis, à l'aide de trappes spéciales et parfois compliquées, aménagées pour la capture des oiseaux adultes.

Ce sont des cages-pièges en filet métallique, dans lesquelles les oiseaux sont attirés par l'appât de nourriture et d'eau, et où ils peuvent être facilement capturés et recapturés sans dommage pour eux. Pris au piège, l'oiseau est bagué et catalogué, puis relâché.

Lentement mais sûrement, reprise après reprise, une masse de faits précieux sont, de la sorte, enregistrés, qui, combinés avec les dates d'arrivée au printemps et de départ en automne, nous ont permis de dégager les grands traits du phénomène des migrations.

Les routes générales des migrations sont maintenant connues

Il a pu être ainsi définitivement établi qu'un certain pourcentage d'oiseaux reviennent non seulement à leur lieu de nichée au printemps, mais aussi à leurs quartiers d'hiver en automne. Un Rossignol de muraille mâle, bagué en nichaison, le 27 juin 1913, près d'Osnabrück (Hanovre), fut repris le 2 juin 1914, de retour au même nid, édifié dans un nichoir artificiel. Le 29 avril 1915, une femelle adulte de la même espèce est

baguée à Sempach (Suisse) ; or, quatre ans et trois mois plus tard, le 11 août 1919, le même expérimentateur capture cette même femelle au même endroit, et, après constatation, il la remet en liberté. En 1920, un couple niche à la même place : c'est encore la même femelle, toujours munie de sa bague, accouplée à un mâle qui, lui-même, avait été bagué à Sempach le 3 mai 1916.

Cette vaste enquête a permis de dresser les routes générales de migration. On croyait, autrefois, que les migrateurs, dispersés sur un front très étendu, se dirigeaient, telle une

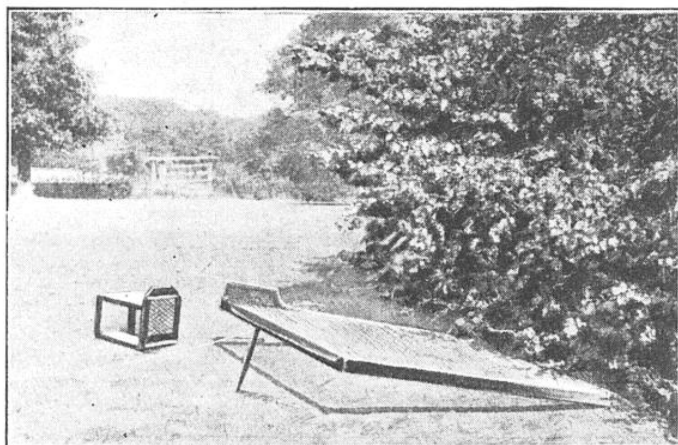
armée, en droite ligne, cap au sud, vers les pays du soleil. Il n'en est rien. Les chemins fréquentés par les voyageurs ailés sont beaucoup plus variés ; ce ne sont pas d'étroites pistes, mais des bandes de territoires plus ou moins larges, à l'intérieur desquelles la circulation est tout particulièrement intense.

D'une manière générale, nous constatons l'existence d'un puissant courant qui

draine la gent ailée du nord-est européen et même de la Sibérie sur les côtes atlantiques. Cette convergence de toutes les routes individuelles est ce que j'ai appelé l'*éventail européen-sénégalais*, car l'extrémité de ce courant aboutit à la côte occidentale de l'Afrique. (Voir carte page 136.)

La carte dressée en 1925 par le Dr Ivar Hortling, d'Helsingfors, et que nous reproduisons ici, est une démonstration frappante de ce courant nord-est-sud-ouest. Les lignes continues indiquent les routes générales suivies par les oiseaux migrateurs bagués en Finlande, tandis que les lignes formées de traits discontinus montrent la direction prise par quelques migrateurs bagués en Finlande et retrouvés surtout en Europe occidentale.

Un second courant entraîne les volatiles



(Cliché Baldwin.)

FILET OU PIÈGE TOMBANT, POUR CAPTURER LES OISEAUX AFIN DE LES « BAGUER »

Ce piège est maintenu redressé et ouvert par un court bâton de bois, auquel est attachée une longue corde tenue à l'autre extrémité par le bagueur. Quand un oiseau a pénétré sous la trappe, attiré par de la nourriture, il suffit de tirer brusquement sur la corde pour abaisser la trappe.

européens vers la côte orientale de l'Afrique ; il se termine à l'extrême sud de ce continent. Ces deux grands courants principaux se croisent nécessairement dans l'Europe moyenne, comme on peut le voir dans la carte des « éventails de migration », page 136.

Dans un troisième éventail, de plus faible importance, cheminent un certain nombre de migrateurs européens et asiatiques, qui vont hiverner jusque sur les côtes occidentales de l'Inde.

Enfin, en Extrême-Orient, on peut faire état d'un éventail dit *sibéro-malaisien*, qui, partant du nord de la Sibérie, aboutit à l'Indochine, aux îles de la Sonde et même à l'Australie. Qu'on veuille bien, toutefois, se représenter qu'à l'intérieur de ces divers « éventails », les espèces et même les individus, partant de localités éparpillées et plus ou moins éloignées les unes des autres, ne voyagent pas tous de la même façon, partent à des époques différentes et suivent des

voies particulières, toutes questions qui sont loin d'être parfaitement élucidées !

Voici quelques résultats d'observation qui confirment les lois de la migration

Quelques faits précis sont maintenant à introduire dans le débat pour illustrer les règles générales qui viennent d'être énoncées.

Parmi les nombreuses espèces étudiées en Europe au moyen du baguement, une des plus instructives est la Cigogne blanche. Les individus nés au Danemark et quittant leur patrie en automne suivent la presqu'île du Jutland, puis longent les vallées de l'Elbe et de l'Oder, traversent les cols des Carpathes et de la Transylvanie, puis, par les Balkans, les Dardanelles, les côtes de l'Asie Mineure et de la Syrie, s'en vont à tire-d'aile jusqu'aux grands lacs de l'Est africain et à l'extrême sud de l'Afrique, à 24.000 kilomètres de leur lieu de naissance. D'autre

part, les Cigognes qui proviennent des pays situés à l'ouest de la Weser, émigrent par la vallée du Rhône et vont hiverner jusqu'au Maroc. Quelques-unes doivent franchir le Sahara, puisque des reprises ont été faites au Congo et dans la région du Tchad.

Une Cigogne, baguée à Rossitten, sur la Baltique, quitta son nid le 19 août 1908 ; sept jours plus tard, le 25 août, elle fut tuée à Kassa Bola, en Hongrie, à une distance de 640 kilomètres, ce qui représente une moyenne de vol de 91 kilomètres par jour.

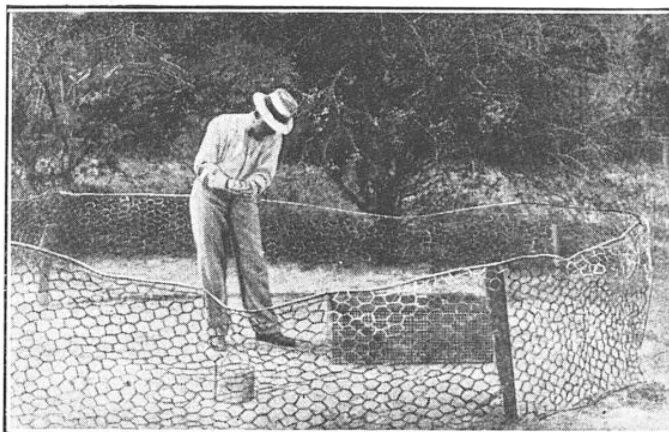
Le Canard pilet niche du 50° au 72° de latitude nord, occasionnellement plus au sud.

De 1908 à 1910, Mortensen a bagué 320 de ces Canards à Fåno (côte occidentale du Danemark). Il en fut repris 67, soit le 21,5 %. Un individu égaré fut tué à Nijni-Talgisk, sur la bordure sibérienne des monts Ourals ; un autre fut repris à Kief (Russie) ; d'autres encore furent retrouvés, çà et là, dans le Nord de l'Europe, mais la plupart avaient

émigré dans la direction des côtes françaises ou adriatiques.

A travers l'océan Atlantique

Les Mouettes rieuses nichant en colonies nombreuses, leur baguement a été facile. L'Université d'Aberdeen, à elle seule, en a bagué plus de 1.200 en Écosse et en Angleterre. Or, la grande route de migration est encore celle qui suit les côtes atlantiques. De cette route partent des chemins qui longent les grandes vallées du Rhin, du Rhône, de la Vistule, du Danube, etc. A ce propos, il faut relater le fait très intéressant du vol transatlantique de deux Mouettes rieuses. L'une, baguée à Rossitten le 18 juillet 1911, a été reprise à la Barbade (Antilles) en novembre de la même année ; l'autre fut capturée, en février 1912, près de Vera-Cruz (Mexique). Ces vols à travers l'Atlantique sont probablement moins rares qu'on ne le



(Cliché Baldwin.)

TRAPPE-PIÈGE EN NASSE DE POISSON POUR CAPTURER LES OISEAUX, AFIN DE LES « BAGUER »

Cette trappe, qui, comme la précédente, permet d'attraper les oiseaux sans les blesser, est entourée d'un treillis en fil de fer, pour tenir chats et chiens à l'écart.

suppose, car une autre Mouette rieuse fut trouvée aux Açores et deux mouettes tridactyles ont, récemment, franchi l'Atlantique septentrional : un sujet portant la bague « Witherby High Holborn London 67423 », mise au nid à Farne Islands le 28 juin 1923, a été capturé à Horse Island (Terre-Neuve), le 12 août 1924. Un autre, bagué au même endroit, le 30 juin 1924, a été repris à Grosswater Bay, sur la côte du Labrador, le 28 octobre 1925.

A travers l'océan Pacifique

La traversée de l'océan Pacifique a été aussi effectuée par de puissants voiliers. On sait, par exemple, qu'un petit échassier, le Tournepierres, émigre des régions polaires sibériennes jusqu'au cœur de l'Océanie : îles Fidji et Tonga et îles Hawaï. Le Sanderling, un autre petit échassier, atteint les Hawaï, en partant de l'extrême nord américain (Alaska). Comment ces volatiles se comportent-ils dans ces traversées, c'est ce que nous ignorons.

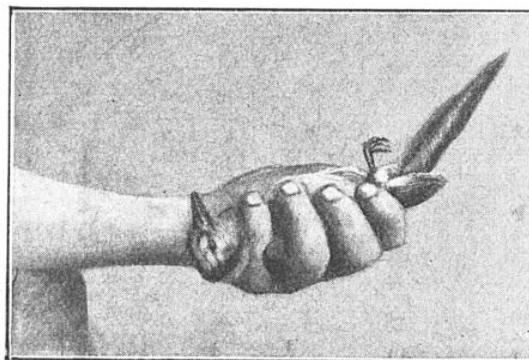
Les déserts sont, pour les oiseaux migrants, des obstacles plus difficiles que les océans ou les montagnes

Si les migrants franchissent aisément des mers intérieures, comme la Méditerranée, en utilisant comme relais les îles qui la parsèment, ils éprouvent, semble-t-il, quelque grave difficulté à traverser les déserts. Dans un opuscule paru en 1926 : *les Vertébrés du Sahara*, un excellent ornithologiste, M. Lavauden, écrit « que le Sahara oppose, au moins actuellement, un obstacle sérieux aux migrations des oiseaux. L'absence d'oiseaux hiverniers dans les oasis du Sahara central et méridional est l'un des faits qui nous ont le plus frappé pendant notre voyage de Tunis au Tchad. Les grandes voies de migrations paraissent suivre, d'une part, la côte de l'Atlantique, du Maroc à la Guinée, et, d'autre part, la vallée du Nil. Cependant, la longue file d'oasis aboutissant à In-Salah canalise un certain nombre de migrants, dont la plupart hivernent dans le Touat ou le

Tidikelt, et dont quelques-uns seulement franchissent le Sahara tout entier. En dehors de ces voies, on peut rencontrer quelques oiseaux migrants. Mais ce sont des égarés, des dissidents, des exceptions. »

En revanche, nombre d'oiseaux franchissent aisément les massifs alpins ; preuve en est, par exemple, que les passages de Bécassines sont fort abondants au Pian di Gembro, dans la Valteline, à 1.900 mètres au-dessus de la mer, et où ces échassiers ne peuvent arriver qu'en passant par des cols de 2.000 à 3.000 mètres d'altitude. Au Grand-Saint-Bernard, à l'altitude de 2.472 mètres, les migrants passent dans la première quinzaine d'avril, au printemps, et entre les

15 et 25 novembre, en automne, payant parfois de leur vie une excursion aussi périlleuse, lorsque soufflent les tempêtes de neige. Beaucoup d'oiseaux passent de la vallée d'Aoste par-dessus les cols du Valais, franchissant névés et glaciers, pour se diriger ensuite vers le nord, à travers la chaîne des Alpes bernoises ou vers l'est, au-dessus de la Furka et du massif du Saint-Gothard. Au cours de ces voyages ils survolent des altitudes qui atteignent parfois 3.000 à 4.000 mètres.



(Cliché Baldwin.)

COMMENT ON DOIT TENIR UN OISEAU POUR LUI PASSER UNE BAGUE A LA PATTE

Le meilleur moyen est de le placer la tête vers le poignet et le petit doigt entourant le cou, afin de le retenir, laissant ainsi le pouce et l'index de la même main maintenir fermement la patte de l'oiseau, pendant qu'on y glisse l'anneau.

En Amérique on observe aussi les migrations des oiseaux

Et, maintenant, laissons l'Ancien Monde et examinons ce qui se passe en Amérique. Ici encore, les oiseaux migrants accomplissent d'effrayants voyages. Vingt-quatre espèces d'oiseaux nicheurs de l'Amérique septentrionale ont été signalées comme hôtes d'hiver dans la République Argentine, entre autres, la Maubèche canut, les Phalaropes, le Bécasseau cocorli, le Chevalier semi-palmé, etc., etc. Le Pluvier brun accomplit des voyages gigantesques. Partant des toundras arctiques, il arrive dans la Guyane anglaise, traverse le Brésil et atteint ses parages d'hivernage en Argentine, à 13.000 kilomètres environ du nid qui l'a vu naître. Six mois plus tard, il parcourt la Bolivie, le Pérou, l'Équateur, la Colombie et l'Amé-

rique Centrale, puis le golfe du Mexique, pour retourner de là directement à l'extrême nord.

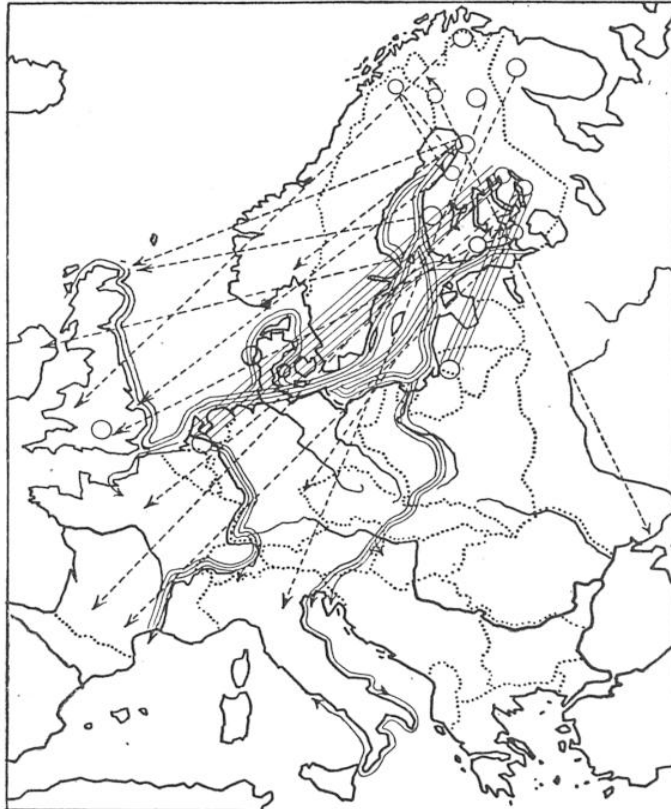
Un autre oiseau, proche parent des Pluviers, l'Aphriza, niche dans l'Alaska central, sur les Montagnes Rocheuses, au-dessus de 1.200 mètres d'altitude. Mais, malgré d'actives recherches, on n'avait jamais pu trouver ses œufs, lorsque, au cours d'une véritable expédition scientifique, la première et, jusqu'ici, unique ponte de ce petit échassier a pu être découverte le 28 mai 1926. Or, les Aphrizas, nés dans l'Alaska, s'en vont en migration tout le long de la côte pacifique américaine jusqu'au détroit de Magellan, à l'extrême sud de l'Amérique, d'où ils reviennent nicher dans l'Alaska.

Des oiseaux qui volent à 8.000 mètres d'altitude

Une question qui a fait de sensibles progrès ces dernières années, est celle de la hauteur à laquelle se déplacent les oiseaux migrants et c'est la généralisation de l'emploi de l'avion qui a donné les meilleurs résultats. Ils seraient encore bien plus abondants si les aviateurs étaient, en même temps, de bons ornithologistes. On sait donc actuellement, qu'en général les migrants volent au-dessous de 1.700 mètres d'altitude, mais qu'il y a de notables exceptions : le Pluvier doré atteint 1.800 mètres ; les Canards, 2.300 mètres ; le Pigeon ramier, 2.500 mètres. On a vu des Faucons et des Busards voler entre 2.000 et 4.000 mètres ; des aviateurs ont rencontré des Mouettes en migration à 3.400 mètres, altitude à laquelle s'élève aussi le Corbeau freux. Le record d'altitude semble

être celui qu'a enregistré involontairement, en photographiant le soleil, l'Observatoire de Dehra Dun, dans les monts Himalaya : des Oies en migration volaient à ce moment-là à une altitude de 8.000 mètres au-dessus de la mer.

On ne peut qu'admirer la constitution de ces oiseaux, qui peuvent ainsi atteindre les plus hautes altitudes, sans que le manque d'oxygène de ces régions semble les gêner.



CARTE DES ROUTES DE MIGRATION DES OISEAUX BAGUÉS EN FINLANDE, DRESSÉE PAR S. HORTLING

Les conditions météorologiques peuvent modifier une migration

Les facteurs météorologiques ont-ils une influence sur la migration ? Quand les chasseurs disent qu'il y a eu un bon passage, c'est que le gibier migrateur s'est abattu sur le pays, pour pâturer et se reposer, ou par suite de conditions météorologiques qui l'empêchaient de poursuivre sa route. S'il n'y a pas eu de passage ou s'il a été mauvais, c'est que le gibier à plume, ayant trouvé

des conditions favorables, a passé au-dessus de la contrée sans s'y poser. Au cours de la migration, les oiseaux peuvent donc être forcés à rester quelques heures ou quelques jours dans un endroit si le mauvais temps survient : tempêtes, fortes chutes de neige, épaisses nébulosités, etc. Les pluies d'oiseaux, les atterrissements sont alors les plus abondants. En Provence, les vents du sud, chauds et humides, arrêtent toute migration, tandis que le vent d'est, froid et violent, est favorable. Un violent coup de mistral arrête tout passage. La température a aussi une certaine influence sur la marche de la migration : les

observations faites en Hongrie ont montré que, sur douze espèces spécialement étudiées à ce point de vue, dix arrivent régulièrement lorsque le thermomètre monte, soit la Bergeronnette grise, la Bécasse, la Cigogne, la Huppe, les Hirondelles, etc.

Que savons-nous sur les causes profondes des migrations ?

Mais quel est donc le facteur qui déclenche ce formidable phénomène biologique de la migration ? On a constaté, par exemple, que, pendant la longue et terrible sécheresse dont souffrit la République Argentine en 1916-1917, de nombreux oiseaux émigrèrent aux îles Malouines et aux Shetlands. Mais ce n'est là qu'un petit côté de la question.

Remarquons, tout d'abord, qu'à l'époque où les oiseaux quittent leur station d'hivernage, nul indice ne peut leur faire soupçonner l'état du temps qu'ils vont trouver en traversant les contrées septentrionales, car les conditions météorologiques sont, à ce moment-là, des plus stables en Afrique. Comme je l'ai démontré dans une étude très minutieuse faite sur le Rossignol de muraille, les conditions atmosphériques ne jouent aucun rôle dans le déclenchement de la migration printanière. Tout au plus, les perturbations du temps peuvent-elles entraver ou ralentir le cours du voyage, ou l'accélérer.

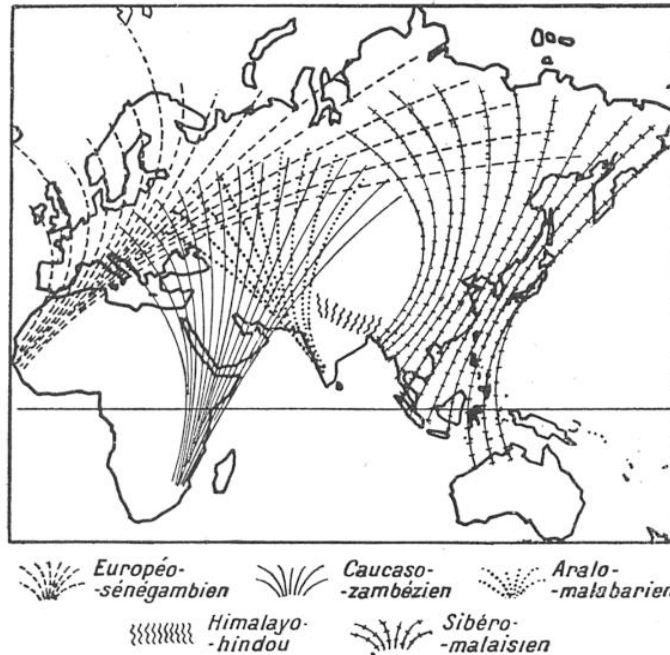
La solution de l'énigme doit être cherchée dans les profondeurs intimes de l'oiseau, dans les laboratoires chimiques de ses cel-

lules et de ses tissus, où s'élaborent des ferments dont les réactions sur le système nerveux déclenchent le retour aux lieux de nichée. Et inversement, après l'excitation de la période sexuelle, qui a porté l'activité organique et psychique des migrateurs à son point culminant, des sécrétions, dues à l'arrêt de fonctionnement des glandes sexuelles, vont réagir sur le psychisme de l'espèce et entraîner les oiseaux dans leur aventureux voyage vers les pays du Midi.

Si ce mystère de la migration reste encore entier, il en est de même de celui du sens de la direction. Nous ignorons absolument comment les migrateurs se guident au cours de leurs randonnées. A défaut d'interprétation suffisante, on en est réduit à expliquer la faculté d'orientation par de multiples hypothèses, qui contiennent probablement chacune une part de vérité. On peut admettre que l'oiseau possède une mémoire de la

route très développée, laquelle, du reste, ne servirait à rien pour la traversée des mers ou les voyages en pleine nuit. Peut-être a-t-il un sens du flair, une sensibilité atmosphérique, ou un sens magnétique, ou un sens inconnu sur lequel nous n'avons aucun renseignement. Le mystère n'est pas dévoilé. C'est donc que, si nous savons déjà bien des choses sur le phénomène des migrations des oiseaux, il en reste peut-être encore autant, si ce n'est plus, à apprendre, que, seules, des observations répétées pourront nous faire connaître.

MAURICE BOUBIER.



CARTE DES « ÉVENTAILS » DE MIGRATION DES OISEAUX,
DRESSÉE PAR M. BOUBIER

Les « éventails » dessinés en traits différents représentent les
grands courants suivis par les oiseaux migrateurs.

POURQUOI ET COMMENT EMPLOIE-T-ON DES ENGRAIS CHIMIQUES ?

Par P. BOISCHOT

INGÉNIEUR AGRONOME, DIRECTEUR DU JARDIN D'ESSAIS DES PLANTES A PARFUM DE GRASSE

Tout végétal, pour se nourrir, emprunte au milieu extérieur les éléments dont il a besoin pour vivre et se développer. Dans l'atmosphère, la plante puise l'oxygène par le phénomène bien connu de la respiration ; par sa fonction chlorophyllienne, elle fixe le carbone du gaz carbonique, qu'elle trouve également dans l'atmosphère. Les autres éléments nécessaires à sa croissance se trouvent dans le sol. Ce sont surtout l'azote, le phosphore, la potasse, la chaux. On conçoit que tout végétal épuise ainsi rapidement les éléments du sol sur lequel il croît, d'où la nécessité de rendre à ce sol les éléments fertilisants dont il l'a privé. C'est là le rôle capital des engrais. Jadis, les fumiers étaient seuls employés, d'où impossibilité de doser, suivant les terrains, les quantités de produits actifs nécessaires à leur fertilisation. Au cours de ces dernières années, la chimie agricole a permis non seulement de produire des engrais beaucoup plus féconds (1), mais, encore, à des prix beaucoup plus abordables. On peut dire que la chimie des engrais est une des grandes victoires de la science appliquée, et, cependant, combien peu, parmi les profanes, connaissent la question des engrais, savent comment on les fabrique, comment on les utilise, quelle est l'importance des engrais chimiques en France et dans le monde ; autant de questions auxquelles notre collaborateur, particulièrement compétent, a répondu avec précision et clarté.

Que trouve la plante dans la nature ?

PRESQUE tous les éléments nécessaires à la croissance de la plante, à savoir :

L'eau, l'azote, l'acide phosphorique, la potasse, la chaux, sont puisés dans le sol par les racines. Seuls, l'oxygène et le carbone sont pris à l'atmosphère. L'oxygène est capté par le végétal par le phénomène de la respiration, identique chez les animaux et les plantes, à savoir : absorption d'oxygène et dégagement de gaz carbonique.

Le carbone est absorbé par les végétaux verts sous forme de gaz carbonique. Celui-ci se trouve en très petite quantité dans l'atmosphère (3 pour 10.000 environ), mais, étant donné le brassage constant des couches d'air, cette dose suffit amplement pour assurer la nutrition carbonée des végétaux. Les feuilles, grâce à leur pigment vert, appelé *chlorophylle*, décomposent ce gaz carbonique,

fixent le carbone et rejettent l'oxygène. Cet échange gazeux, inverse de celui qui se passe dans l'acte respiratoire, a reçu le nom de *fonction chlorophyllienne*.

Tous les autres éléments utiles à la plante, *matières minérales* (acide phosphorique, potasse, chaux, etc.) et *azote* (1), sont pris dans le sol sous forme de dissolutions salines. Certains s'y trouvent en quantité suffisante (fer, silicium, etc.), d'autres manquent parfois totalement ou partiellement : ce sont surtout l'azote, l'acide phosphorique, la potasse et la chaux, qui sont cependant, des éléments essentiels à la croissance de la plante.

Pour assurer une végétation normale, on admet que le sol doit contenir :

Azote (N)	1 0/00
Acide phosphorique (P ² O ⁵)	1 0/00
Potasse (K ² O)	2 0/00
Chaux (CaO)	20 0/00

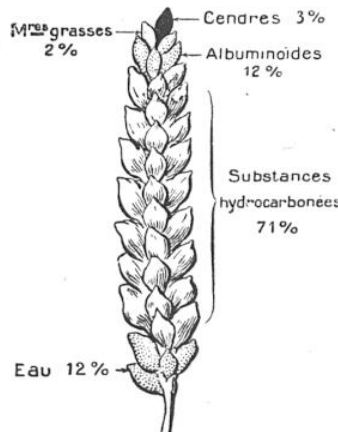


FIG. 1. — COMPOSITION
SCHÉMATIQUE D'UN ÉPI DE
BLÉ

(1) Voir l'article sur la synthèse des superphosphates dans le n° 121, de juillet 1927, de *La Science et la Vie*, page 59.

(1) Il faut, pour être exact, ajouter que les plantes de la famille des légumineuses peuvent capter directement l'azote de l'atmosphère, mais ce n'est là qu'un cas exceptionnel.

Utilité de ces matières fertilisantes

Ces matières fertilisantes sont indispensables aux plantes, il leur en faut toujours une quantité minimum pour qu'elles puissent se développer normalement ; de plus, elles ne peuvent être remplacées les unes par les autres.

Si l'on donne en abondance à un végétal tous les éléments qui lui sont nécessaires, sauf un, absent, ou en dose insuffisante, la récolte dépendra de la quantité de ce dernier élément.

C'est à cette règle que l'on a donné le nom de *loi du minimum*. Pour bien faire comprendre cette importante notion, prenons une comparaison familière et représentons-nous la culture d'une plante comme... une brouette.

L'organe essentiel d'une brouette est la roue, comme, dans une culture, l'élément primordial est l'eau. L'épaisseur du fond de la brouette, indispensable à sa solidité, nous représente la profondeur du sol.

La longueur et la forme des poignées, qui facilitent l'effort, sont comparables aux façons culturales, qui favorisent le développement de la plante.

Enfin, la loi du minimum serait indiquée par les quatre côtés, dont le plus bas seul détermine la contenance de la brouette. Que l'un de ces côtés manque ou soit trop petit, la charge que l'on pourra transporter en sera diminuée ; qu'un des éléments indispensables à la plante fasse défaut partiellement ou totalement, la récolte sera diminuée ou nulle.

Si les matières fertilisantes que nous avons citées sont nécessaires pour toutes les plantes, certaines de celles-ci ont besoin plus spécialement de tel ou tel aliment : les céréales demandent beaucoup d'acide phosphorique ; les pommes de terre, betteraves, etc., exigent une grande quantité de potasse ; les végétaux cultivés pour leurs feuilles (choux, maïs-fourrage, etc.) sont « gourmands » d'azote.

L'agriculteur devra donc tenir compte, dans l'application des engrais, non seulement de la nature du sol, mais des exigences des plantes et savoir pour chacune d'elles la matière fertilisante dont elle a le plus besoin, celle que les agronomes appellent *la dominante*.

Comment les matières fertilisantes circulent dans la nature

Si nous considérons les quatre éléments qui sont le plus susceptibles de faire défaut dans les sols de culture : chaux, acide phosphorique, azote et potasse, nous voyons qu'ils préexistent en quantité plus ou moins grande dans les terres vierges. Mais la culture et les agents extérieurs peuvent être cause de gains ou de pertes plus ou moins considérables, dont il est indispensable de connaître l'importance.

Acide phosphorique-chaux-potasse :

GAINS : Néant.

PERTES : 1° Toutes parties végétales exportées, non consommées par les animaux et ne faisant pas retour au sol ;

2° Toutes parties animales ne faisant pas retour au sol sous forme de déchets ou d'excréments ;

3° Pertes par dissolution dans les eaux de drainage, peu importantes pour la potasse et l'acide phosphorique, très notables pour la chaux.

Azote :

GAINS : 1° Fixation

de l'azote atmosphérique par certains microbes et algues ;

2° Fixation de l'azote atmosphérique par les légumineuses ;

3° Apport par les eaux de pluie de composés azotés (nitrates et ammoniac) existant en petites quantités dans l'air.

PERTES : 1° Toutes parties végétales non consommées par les animaux et ne faisant pas retour au sol ;

2° Toutes parties animales ne faisant pas retour au sol sous forme de déchets ou d'excréments ;

3° Pertes par dissolution dans les eaux de drainage, considérables dans le cas des nitrates ;

4° Pertes d'ammoniac ou d'azote libre du fait des combustions et de certaines fermentations.

Le schéma ci-contre fera mieux comprendre qu'un long développement le mouvement des matières fertilisantes. Il suffit d'y jeter les yeux pour voir que les pertes sont, à beaucoup près, plus considérables que les gains. Il faudra donc, sous peine d'épuiser

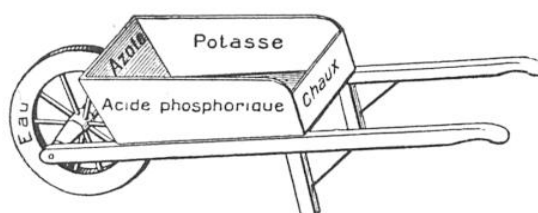


FIG. 2. — LE SYMBOLE DE LA BROUETTE PERMET DE SE REPRÉSENTER LES ÉLÉMENTS PRINCIPAUX DE LA CULTURE D'UNE PLANTE

De même que la roue est l'élément essentiel de la brouette, de même l'eau est indispensable à la plante. Le fond de la brouette représente la profondeur du sol. Les côtés, qui déterminent la charge de la brouette, sont analogues aux éléments fertilisants qui favorisent la croissance de la plante.

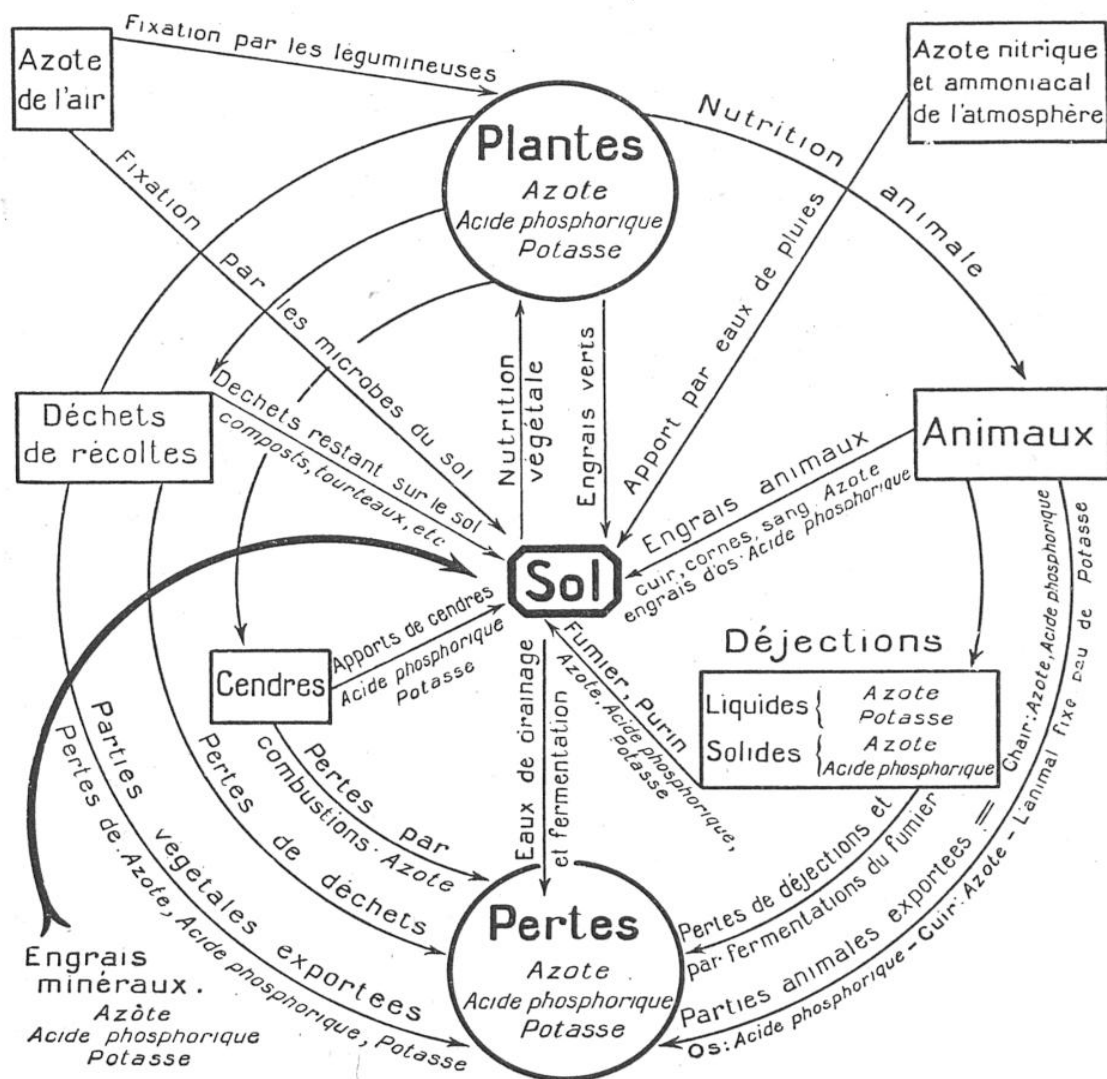


FIG. 3. — MOUVEMENT DES MATIÈRES FERTILISANTES DANS LA NATURE

On remarque sur ce dessin que les causes de pertes sont de beaucoup supérieures aux causes de gain pour les matières fertilisantes. Il faut donc réparer artificiellement ces pertes au moyen d'engrais.

ser le sol, compenser toutes ces pertes inévitables par l'apport d'éléments utiles puisés au dehors : c'est ce qui constitue la pratique des engrais.

Fumier de ferme et engrais chimiques

La restitution au sol, sous forme de fumier de ferme, de tous les débris végétaux et des excréments animaux a été pratiquée de toute antiquité. Elle est et restera toujours la fumure de base indispensable à toutes végétations. Elle apporte, en effet, en outre des matières minérales utiles, la matière organique, qui, en se décomposant, donnera naissance à l'humus, qui est un des prin-

cipaux constituants de la terre arable.

Mais, dans beaucoup de cas, le fumier est insuffisant. Si, en effet, le sol manque d'acide phosphorique, par exemple, les plantes qui y seront cultivées seront pauvres en cet élément, et le fumier qui en dérivera également ; c'est ce qui a fait dire que « le fumier était le reflet du sol de la ferme qui le fabriquait ».

C'est pourquoi on se trouve dans l'obligation de donner, sous formes concentrées, des matières fertilisantes venant de l'extérieur : déchets d'industries ou produits naturels se trouvant réunis en gisements importants sur certains points du globe.

L'industrie des engrais chimiques consiste à rendre « assimilables » les produits fertilisants

Mais ces produits contenant les éléments utiles aux plantes se trouvent parfois sous des formes telles que les végétaux ne peuvent s'en servir. De même qu'on ne peut donner aux animaux une nourriture quelconque (on n'alimente pas un mouton avec de la viande), les végétaux ne peuvent prospérer que si les aliments qu'ils trouvent dans le sol sont susceptibles d'être absorbés par leur organisme délicat; autrement dit, il faut que ces aliments soient sous forme assimilable. Les déchets et les produits naturels ne remplissent pas toujours cette condition. Il faut les transformer ou en extraire les principes utiles; de là est née la puissante industrie des engrais chimiques, dont nous allons dire quelques mots.

La chaux

Nous avons vu que, pour assurer une bonne végétation, le sol devait contenir au moins 20 0/00 de chaux. Non que la plante ait besoin d'une telle dose, qui est considérable (le dixième lui suffirait), mais parce que la chaux confère à la terre arable des propriétés physiques, chimiques et biologiques indispensables à sa fertilité.

Elle agit surtout en rendant assimilables les matières fertilisantes qui sont sous une forme inutilisable par les plantes.

La chaux est donnée sous forme de chaux vive, de calcaire (craie, marne) ou de sulfate (plâtre). La chaux vive provient de la décarbonatation de la craie à haute température; les marnes, craies ou plâtre sont des produits naturels. Ils sont employés sans transformation ou après un simple broyage. Ils ne donnent donc pas lieu à une industrie importante.

Les engrais phosphatés donnent lieu à une industrie très importante en France et en Amérique

Quoiqu'il existe de nombreux phosphates dans la nature, le phosphate de chaux est seul intéressant en agriculture.

Les matières premières auxquelles on s'adresse pour trouver l'acide phosphorique utile aux plantes, sont :

1° Le phosphate de chaux naturel, que l'on trouve en gisements importants en France et surtout en Amérique et dans l'Afrique du Nord;

2° Les os;

3° Les minerais de fer phosphoreux, qui, après un traitement convenable, donnent du fer et, comme résidu, des scories de déphosphoration contenant la totalité de l'acide phosphorique.

Par des traitements physiques ou chimiques appropriés, on obtient, ainsi que le montre le schéma ci-contre, des engrais, dont l'action est plus ou moins rapide, suivant leur nature.

Les deux engrais phosphatés les plus importants sont : 1° le superphosphate; 2° les scories de déphosphoration.

Les *superphosphates* sont obtenus par l'action de l'acide sulfurique sur les phosphates naturels (1); l'acide phosphorique qui y était à l'état de phosphate tricalcique, insoluble dans l'eau, y passe à l'état de phosphate monocalcique, qui peut entrer facilement en dissolution et est ainsi plus assimilable par les plantes. Les superphosphates contiennent de 12 à 16 % d'acide phosphorique.

Les *scories de déphosphoration* proviennent du traitement des minerais de fer phosphatés dans les convertisseurs Bessemer. Le phosphore, ainsi

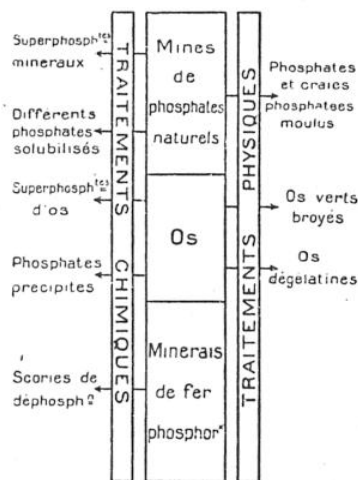


FIG. 4. — TRAITEMENTS DE MATIÈRES PHOSPHATÉES ET DES DIVERS ENGRAIS QUI EN DÉRIVENT

éliminé, se combine au revêtement basique du convertisseur et donne une scorie, qui, après broyage, se présente sous la forme d'une poudre gris noir extrêmement fine, dosant de 12 à 25 % d'acide phosphorique et 40 à 50 % de chaux. Étant donnée cette teneur en chaux, les scories sont spécialement indiquées dans les terres non calcaires. Les superphosphates, au contraire, sont des engrais acides, à épandre de préférence dans les sols bien pourvus en carbonate de chaux.

La France et ses colonies de l'Afrique du Nord sont actuellement les grandes productrices de phosphates naturels, suivies de près par les États-Unis. D'autre part, la France produit une quantité de superphosphates et de scories suffisante pour sa consommation. Notre pays est donc des

(1) Voir, à ce sujet, l'article sur le phosphate d'ammoniaque synthétique, paru dans le n° 121 de *La Science et la Vie*, page 59.

DIFFÉRENTS ENGRAIS PHOSPHATÉS	1913	1923	1925
<i>Phosphates naturels :</i>			
Production mondiale (en tonnes)	6.800.000	7.100.000	8.400.000
— des Etats-Unis	3.200.000	3.100.000	3.500.000
— de la France et colonies	2.900.000	3.200.000	4.200.000
Consommation française	900.000	1.000.000	1.400.000
<i>Superphosphates :</i>			
Production mondiale	11.000.000	10.080.000	11.120.000
— française	1.980.000	2.215.000	2.380.000
Consommation française	1.935.000	2.152.000	2.162.000
<i>Scories :</i>			
Production mondiale	4.800.000	2.300.000	3.600.000
— allemande	2.000.000	526.000	1.300.000
— française	617.000	633.000	1.200.000
— de la Sarre	278.000	160.000	300.000
Consommation française	450.000	410.000	630.000

TABLEAU DE LA PRODUCTION DES ENGRAIS PHOSPHATÉS DANS LE MONDE

mieux placés en ce qui concerne la production des engrais phosphatés, ainsi que le montre le tableau ci-dessus.

Cette situation ne peut que s'améliorer, étant donnés les grands espoirs que donnent les nouveaux gisements découverts au Maroc et qui, comme importance et surtout comme richesse en acide phosphorique, semblent devoir prendre une place de choix parmi les phosphates de nos colonies de l'Afrique du Nord.

La France et l'Allemagne sont les principaux producteurs d'engrais potassiques

Si la France et les Etats-Unis ont, de fait, le monopole des phosphates naturels, la France et l'Allemagne ont celui de la potasse, comme il ressort du tableau ci-dessous.

La France a, en effet, recouvré, depuis la guerre, les mines de potasse d'Alsace, qui sont, avec celles de Stassfürth, les deux principaux gisements de cette matière.

On peut, par traitements appropriés, tirer des sels potassiques des eaux de mer. Mais c'est là une infime partie de la production.

Les sels de potasse tirés des mines d'Alsace (sylvinite, 12-22 % de potasse) ou de Stassfürth sont mélangés à d'autres corps, comme le sel marin, le chlorure de magnésium, etc. Par traitement physique, on peut isoler le chlorure de potassium à peu près pur (60-50 % de potasse). Ce chlorure peut être transformé en sulfate, engrais qui convient mieux à certains sols et à certaines cultures.

Le développement des mines alsaciennes, sous le régime français, a été remarquable. Il est à prévoir que certains pays, comme l'Espagne et les Etats-Unis, viendront concurrencer la France et l'Allemagne. Il n'en reste pas moins que nous avons en Alsace une richesse nationale de premier ordre dans les mines de potasse, qui suffisent amplement à notre consommation.

Comment on prépare les engrais azotés

On peut donner à la plante l'azote sous trois formes : 1° à l'état de nitrates (sels de l'acide nitrique) ; 2° à l'état ammoniacal (différents sels d'ammonium) ; 3° à l'état organique (déchets animaux ou végétaux et produits de synthèse).

DIFFÉRENTS SELS DE POTASSE	1913	1923	1925
Production mondiale (en tonnes de potasse)	1.333.350	1.170.000	1.599.000
— allemande	1.325.200	886.000	1.225.000
— française	Néant	250.000	312.000

TABLEAU DE LA PRODUCTION DES SELS DE POTASSE DANS LE MONDE

Épandues sur le sol, ces deux dernières formes, grâce à une action microbienne, qu'il serait trop long d'étudier ici, se transforment en nitrates.

La production d'engrais azotés a donc donné naissance à plusieurs industries différentes par les matières premières employées et les produits obtenus.

Le nitrate de soude du Chili a été, jusqu'à ces dernières années, la source principale d'azote à laquelle s'adressaient l'agriculture et l'industrie. Il existe dans l'Amérique du Sud de vastes dépôts de nitrate de soude (170-200 millions de tonnes). Si considérables qu'ils puissent être, ils ne sont pas inépuisables. Heureusement, le développement des industries d'engrais azotés synthétiques nous permet d'envisager la production illimitée de ces corps, puisqu'elles s'adressent à une source d'azote inépuisable : l'air.

Le nitrate de soude est un excellent engrais qui dose 15,5 à 16 % d'azote immédiatement assimilable. Étant peu retenu par le pouvoir absorbant du sol, il convient de l'épandre au printemps et juste au moment où le végétal en a besoin. Il convient à tous les sols.

Azote combiné de la houille.— Quand, aux époques géologiques, les végétaux se sont décomposés pour former la houille, la majeure partie de leur azote s'est trouvée, pour ainsi dire, emprisonnée. Les charbons contiennent ainsi une quantité d'azote variant de 1 à 1,5 %. On le récupère dans la fabrication du gaz d'éclairage et du coke métallurgique sous forme de sulfate d'ammoniaque

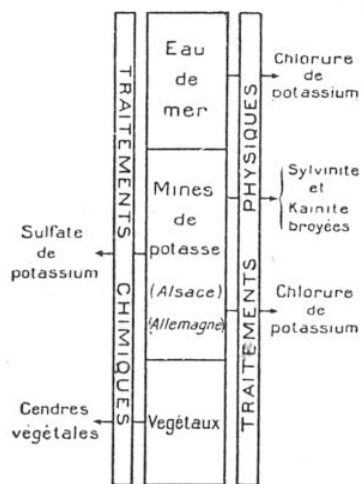


FIG. 5. — DIVERSES MATIÈRES PREMIÈRES POTASSIQUES NATURELLES ET ENGRAIS QUI EN DÉRIVENT PAR TRAITEMENTS PHYSIQUES OU CHIMIQUES

(12 kilogrammes de sulfate par tonne de coke), excellent engrais azoté dosant 20 à 21 % d'azote et qui, dans la généralité des cas, a une action aussi efficace que le nitrate de soude, quoique moins rapide.

Engrais azotés synthétiques.— Il existe actuellement trois procédés industriels de

fixation de l'azote atmosphérique :

1° Combinaisons de l'azote (N) et de l'hydrogène (H) pour former de l'ammoniaque (NH_3) (procédés Claude et Haber) ;

2° Fixation de l'azote (N) sur le carbure de calcium (CaC_2) pour former la cyanamide calcaire (CN^2Ca) ;

3° Combinaison de l'azote (N) et de l'oxygène (O) de l'air

sous l'action de l'arc électrique, pour former, en présence de l'eau, de l'acide nitrique (NO^3H).

1° Les procédés Claude et Haber sont trop connus pour que nous y insistions (1). L'azote de l'air est combiné à l'hydrogène, sous forte pression, en présence de catalyseurs divers pour donner de l'ammoniaque, qui, recueilli dans de l'acide sulfurique ou chlorhydrique, donne du sulfate ou du chlorhydrate d'ammoniaque.

Ce dernier sel (appelé aussi chlorure d'ammonium) est un excellent engrais, mais qui a l'inconvénient d'absorber l'humidité et qui, suivant l'état hygrométrique de l'air, devient déliquescent ou prend en masse.

2° La cyanamide calcaire s'obtient par fixation de l'azote de l'air sur le carbure de calcium.

Cette cyanamide se décompose rapidement dans le sol et donne naissance à de l'ammoniaque et à du carbonate de chaux.

C'est donc un engrais jouissant de toutes les propriétés des sels ammoniacaux. C'est une poudre noire, caustique, difficile à épandre ; aussi l'agglomère-t-on avec différents produits résineux sous forme de bâtonnets. Ainsi livré à l'agriculture, il dose 15 % d'azote.

On peut, en prenant certaines précautions, transformer la cyanamide en urée, corps très riche en azote (industriellement 43 à 46 %), qui commence à être employé comme engrais.

L'industrie française de la cyanamide fixe

(1) Voir le n° 51 de *La Science et la Vie*, page 49.

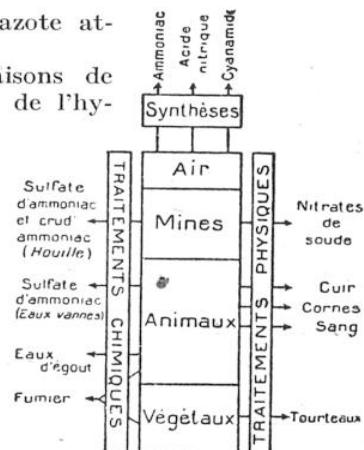


FIG. 6. — LES TRAITEMENTS PHYSIQUES ET CHIMIQUES PERMETTENT DE PRÉPARER DE NOMBREUX ENGRAIS À PARTIR DES MATIÈRES PREMIÈRES AZOTÉES

DIFFÉRENTS ENGRAIS AZOTÉS	1913	1925
Production mondiale (en tonnes d'azote).....	710.000	870.000
— française —	17.500	35.000
Consommation française —	72.000	94.000

TABLEAU DE LA PRODUCTION DES ENGRAIS AZOTÉS ET DE LA CONSOMMATION FRANÇAISE

annuellement de 20.000 à 25.000 tonnes d'azote.

3^o Synthèse de l'acide nitrique. — En faisant éclater l'arc électrique dans l'air, on obtient un oxyde d'azote, qui, dissous dans l'eau, donne de l'acide nitrique. Cet acide, neutralisé par la chaux et plus rarement par la soude, donne des nitrates de chaux et de soude, employés en agriculture.

Le premier est surtout fabriqué en Norvège, qui en produit 190.000 tonnes ; c'est un engrais d'une valeur au moins égale au nitrate du Chili. Il présente l'inconvénient d'être très hygrométrique. Divers procédés ont été essayés pour éviter sa déliquescence.

On livre actuellement du nitrate de chaux ammoniacal (14,75 % d'azote nitrique, 0,75 % d'azote ammoniacal), d'une conservation relativement facile.

Le tableau ci-dessus montre l'importance de la production et de la consommation de l'azote (résultats en tonnes d'azote).

Nous voyons que nous sommes loin de nous suffire à nous-mêmes en ce qui concerne les engrais azotés. L'industrie française doit donc faire tous ses efforts en vue d'une augmentation de la production des composés de synthèse de l'azote.

Autres engrais employés en agriculture

D'autres catégories d'engrais ont été essayées en agriculture. Nous pouvons les classer de la façon suivante :

1^o Matières fertilisantes autres que la chaux, l'azote, la potasse ou l'acide phosphorique ;

2^o Engrais biologiques ;

3^o Stimulants radioactifs.

Dans la première catégorie, il convient de citer surtout les engrais magnésiens et le sel marin.

Certaines terres manquent de magnésie, mais c'est là l'exception ; aussi les engrais magnésiens ne réussissent-ils que sur des terres très spéciales. Il ne semble pas que leur fabrication puisse donner lieu à une industrie puissante.

Le sel marin, lui aussi, a été préconisé

comme engrais. Quoique la soude se rencontre dans toutes les plantes, il est peu probable que l'on ait, dans la généralité des cas, besoin d'en ajouter au sol. Il est indiscutable que le chlorure de sodium ait donné parfois de bons résultats. Mais il nous semble qu'il agit surtout par la propriété qu'il a de déplacer les sels de potasse non assimilables : son action con-

sisterait donc à « mobiliser » la potasse inerte beaucoup plus qu'à contribuer lui-même directement à la nutrition de la plante.

Nous avons vu que les légumineuses jouissaient de la propriété de fixer l'azote gazeux de l'atmosphère. Ce pouvoir leur est donné grâce à leur association (les biologistes disent *symbiose*) avec certaines bactéries qui se fixent sur leurs racines. Aussi a-t-on

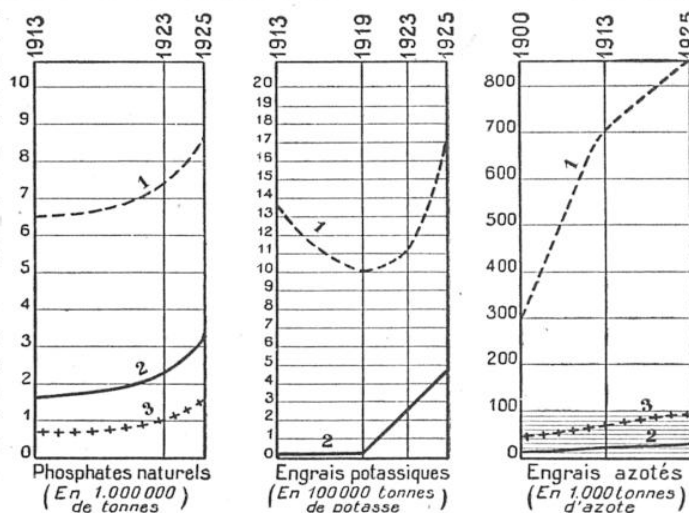


FIG. 7. — GRAPHIQUES MONTRANT L'IMPORTANCE CROISSANTE DE LA PRODUCTION ET DE LA CONSOMMATION MONDIALE ET FRANÇAISE DES ENGRAIS CHIMIQUES

1, production mondiale ; 2, production française ; 3, consommation française.

pensé qu'en ajoutant des cultures de ces microbes, on pourrait cultiver des légumineuses sur des terres où elles se refusaient à pousser. On obtiendrait, de cette façon, un enrichissement du sol en azote.

Cette pratique des engrais biologiques a donné parfois de bons résultats. Mais, souvent, la cause qui empêche la végétation des légumineuses n'est pas l'absence de ces microbes, mais bien la pauvreté en chaux, acide phosphorique, etc. Dans ce cas, l'apport de ce genre d'engrais est inutile.

Les stimulants radioactifs ont donné de grands espoirs. Pour être franc, les résultats obtenus jusqu'à ce jour sont très contradictoires. Cela vient-il de la réaction du sol vis-à-vis de ces produits ou, ce qui est plus vraisemblable, de la puissance radioactive variable des préparations vendues sous ce nom ?

En tout cas, nous n'avons pas, actuellement, des expériences vraiment concluantes. Aussi convient-il d'être prudent. Il est à souhaiter qu'un agronome à connaissances étendues en physico-chimie s'occupe de la question, pour nous éclairer sur l'emploi des stimulants radioactifs, dont il est prématuré de nier ou d'affirmer l'efficacité sur les plantes de grande culture.

Les recherches agronomiques doivent être poursuivies

En ce qui concerne deux des trois matières fertilisantes fondamentales, acide phosphorique et potasse, notre pays occupe une place

privilegiée. Son effort doit donc tendre à développer le plus possible l'industrie de l'ammoniaque synthétique, pour s'affranchir des importations qui grèvent notre balance commerciale.

Les trois graphiques, page 143 montrent l'importance croissante de la production et de la consommation mondiale et française des engrais chimiques. Dans tous les pays à culture intensive, leur emploi est une nécessité impérieuse. En effet,

ainsi que nous le montrons par la figure 8, la plante ne peut trouver longtemps dans le sol tous les éléments qui lui sont nécessaires. Sur nos terres épuisées par des siècles de culture, il faudra donc « apporter de plus en plus de la fertilité », sous forme de matières utiles venues de l'extérieur.

Il est indispensable également d'étudier les conditions de leur emploi : c'est le rôle des laboratoires et des champs d'essais. Or, il faut bien avouer que

la France n'a pas fait, dans le sens de la recherche agronomique, tout l'effort nécessaire et qu'elle est, à ce point de vue, bien en retard sur d'autres nations.

Peu ou mal outillés, nos laboratoires et nos champs d'essais ne sont malheureusement pas toujours à même de donner les directives scientifiques indispensables aux industries s'occupant de la fabrication des engrais chimiques et surtout à la première et à la plus difficile de toutes les industries de notre pays : l'agriculture.

P. BOISCHOT.

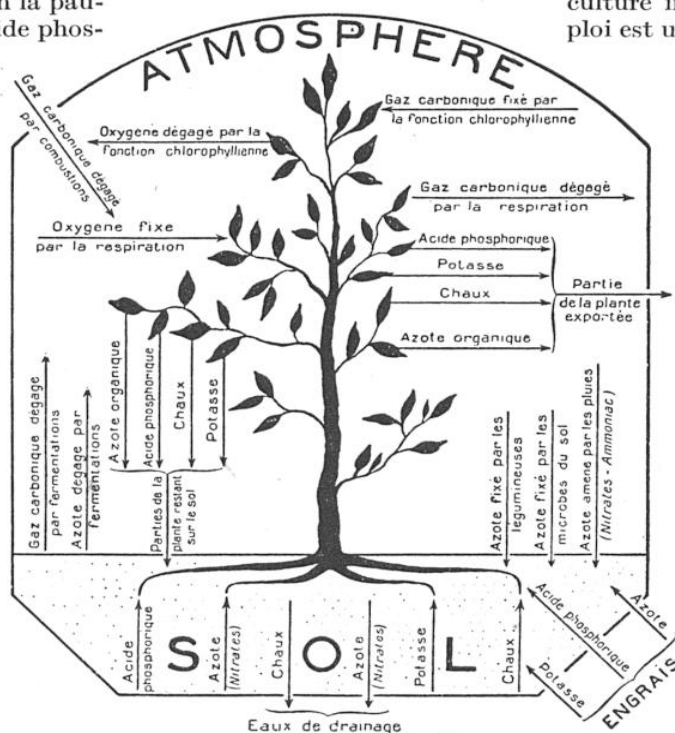


FIG. 8. — SCHÉMA GÉNÉRAL DE LA NUTRITION D'UNE PLANTE MONTRANT COMMENT LES ENGRAIS VIENNENT EN AIDE A L'INSUFFISANCE DU SOL

UNE EXPÉRIENCE INDUSTRIELLE DE MM. CLAUDE ET BOUCHEROT SUR L'UTILISATION DE L'ÉNERGIE THERMIQUE DES OCÉANS

Par Jean LABADIÉ

Une turbine à vapeur de 50 kilowatts a fonctionné sous deux centièmes d'atmosphère seulement. LA SCIENCE ET LA VIE a étudié, dès son apparition (1), l'expérience vraiment curieuse exécutée par MM. Claude et Boucherot, à l'Académie des Sciences de Paris, pour démontrer qu'il était possible d'utiliser l'énergie thermique des océans tropicaux, en mettant à profit la différence de température entre les couches superficielles de la mer et les couches plus profondes. Les inventeurs, poursuivant leurs recherches dans cette voie, établirent une turbine de 50 kilowatts, capable de fonctionner sous une pression très faible d'environ deux centièmes d'atmosphère, en réalisant les conditions envisagées plus haut pour les températures marines. C'est en Belgique, dans la vaste aciérie d'Ougrée-Marihaye, située sur la Meuse, que fut installé ce dispositif nouveau, basé sur le principe que nous avons exposé longuement dans le numéro de février 1927 de LA SCIENCE ET LA VIE. Les résultats ne décurent pas les auteurs, et au premier essai la turbine à vapeur démarrait sans difficulté et tournait à 5.000 tours par minute, en donnant les 50 kilowatts de puissance prévus. Cette expérience probante nous acheminera-t-elle, un jour, vers la réalisation plus grandiose, envisagée par MM. Claude et Boucherot, qui consiste à utiliser l'énergie thermique des mers pour la production économique de l'énergie électrique, par exemple ?

LE 15 novembre 1926, deux éminents techniciens français, MM. Paul Boucherot, professeur à l'Ecole de Physique de la ville de Paris, et Georges Claude, de l'Académie des Sciences, présentaient à cette même académie l'expérience si curieuse que j'ai décrite dans *La Science et la Vie*, n° 116, page 137.

Dans un appareil extrêmement simple, MM. Claude et Boucherot voulaient montrer comment on doit pouvoir utiliser l'énergie thermique des océans tropicaux.

De la turbine de 3 watts aux usines de 100.000 kilowatts

On se souvient du montage de l'expérience: deux bocal de 25 litres étaient à demi remplis, l'un d'eau tiède à 24 degrés, l'autre de glace concassée. Sur la tubulure reliant le bocal d'eau tiède au bocal glacé était installée, à l'intérieur même de celui-ci, une minuscule turbine de Laval.

La turbine actionnait une petite dynamo, elle-même branchée sur trois lampes électriques. Aussitôt que le vide fut établi dans cet appareillage formant un ensemble hermétiquement clos, un courant de vapeur, repré-

sentant une dépression de deux centièmes d'atmosphère, s'établissait entre le flacon d'eau tiède transformé en *bouilleur* et le flacon à glace faisant office de *condenseur*. Sous l'impulsion de ce courant, le petit disque de Laval se mit à tourner, atteignant bientôt la vitesse de 5.000 tours-minute, et les lampes électriques brillèrent d'un blanc éclatant. L'énergie produite pouvait bien être de 3 watts.

MM. Claude et Boucherot expliquaient que le même montage schématique serait encore valable pour établir des centrales électriques aussi puissantes qu'on le voudrait. Il suffirait de se procurer des masses suffisantes d'eau, tiède et froide. Et ils indiquaient à quelle source on devait puiser : l'océan. Les mers tropicales possèdent, en surface, une température à peu près constante d'un bout à l'autre de l'année, aux environs de 28° C. D'autre part, si l'on descend, même sous l'équateur, à 1.000 mètres de fond, on rencontre une température de 4 à 5 degrés. La température moyenne des océans est, en effet, très basse (3°,5), et l'on conçoit que si la mer se réchauffe, en surface, par le soleil, elle demeure toujours froide en profondeur, grâce au retour sous-marin des eaux glacées polaires.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 116, page 137.

C'est donc le « cycle » naturel, auquel les deux audacieux ingénieurs prétendaient accrocher de futures usines monstres par une simple dérivation, qui, une fois établi, fournirait un courant indéfini d'énergie, véritable mouvement perpétuel dont le soleil, en définitive, couvrirait tous les frais. Nous avons exposé le schéma des futures usines marines, dont les *bouilleurs* seraient alimentés par l'eau de surface, et les *condenseurs* par l'eau profonde montée par la voie d'un énorme tuyau plongeur.

Théoriquement, l'usine ainsi conçue ne diffère pas de l'expérience montée au laboratoire. Mais, pratiquement, des objections se formulaient.

Les objections pratiques et leur réfutation théorique

Les « services auxiliaires » de l'usine réelle coûteraient beaucoup trop d'énergie — plus, peut-être, que l'usine n'en saurait produire. Telle

était l'opinion de maints esprits critiques.

Que faut-il entendre, ici, par services auxiliaires ?

Il y aura, d'abord, le pompage. Dans la future usine à vapeur d'océan, l'eau froide des grandes profondeurs atteint la surface par le tuyau plongeur, selon le principe des vases communicants, avec, toutefois, une légère dépression due à la plus grande densité de l'eau froide. Les forces de frottement interviennent aussi par une « perte de charge », comme disent les hydrauliciens. Mais cette faible perte de charge que les pompes devront surmonter se double de l'effort néces-

saire pour assurer la *circulation* des eaux.

Celles-ci montent, d'ailleurs, aux niveaux choisis pour l'évaporation et la condensation (à 10 mètres au-dessus de la mer) par le seul effet du vide, qui se trouve, de la sorte, automatiquement maintenu aussi bien dans le bouilleur que dans le condenseur, assimilables, dans ce cas, à des chambres barométriques.

Mais un autre « service auxiliaire » sem-

blait devoir être autrement onéreux : le *dégazage* des eaux.

Les gaz dissous dans les énormes masses liquides mises en jeu ne peuvent, en effet, se négliger. Il faut les extraire du liquide avant de livrer celui-ci à l'évaporation qu'ils auraient vite fait de contre-balancer, et, de même, avant de laisser pénétrer l'eau froide dans le condenseur, où le vide doit être maintenu au-dessous d'un centième d'atmosphère. La tension de la vapeur dans le bouilleur n'étant que de trois centièmes

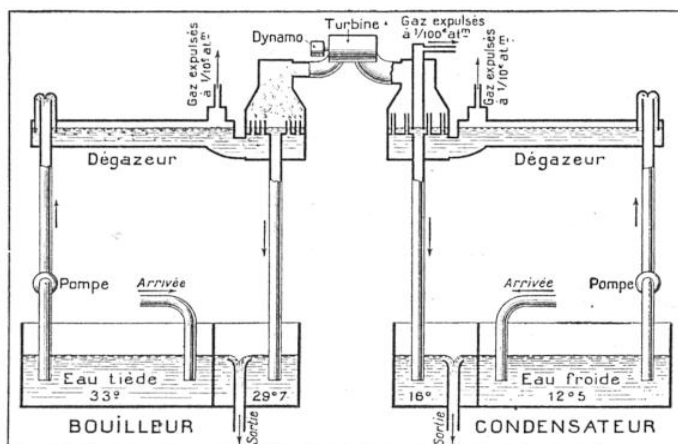


SCHÉMA GÉNÉRAL DE L'INSTALLATION CLAUDE-BOUCHEROT

On distingue deux circuits bien distincts, dont chacun demeure fermé sur lui-même, en dehors de la dérivation de vapeur assurant, au sommet, le fonctionnement du turbo-générateur. A gauche, le circuit de l'eau chaude : celle-ci part à 33° du bac d'alimentation, monte par l'effet du vide (et de la pompe de circulation) jusqu'à un dôme d'épandage, situé à 10 mètres environ au-dessus du niveau inférieur. Du dôme, l'eau chaude tombe, en laissant échapper ses gaz, dans le cylindre horizontal « dégazeur » où l'éjecteur à un dixième d'atmosphère les puise et les rejette à l'extérieur. Dégazée, l'eau chaude passe dans le bouilleur. La vapeur produite (1 % environ en poids) se dirige vers la turbine, tandis que le reste de l'eau retourne au bac inférieur (formant cuvette barométrique) d'où elle sort par un trop-plein. A droite, le circuit de l'eau froide s'effectue d'une manière rigoureusement symétrique — à cela près qu'un nouvel éjecteur perfectionne le dégazage dans le condenseur, où il maintient le vide à un centième d'atmosphère.

d'atmosphère, on aperçoit, tout de suite, combien le vide doit être rigoureux en aval, si l'on veut qu'un « courant de vapeur » s'établisse à travers la turbine. Bref, les critiques les plus pessimistes jugeaient que le travail d'extraction des gaz coûterait trois fois plus d'énergie que les turbines n'en pourraient produire nominale-

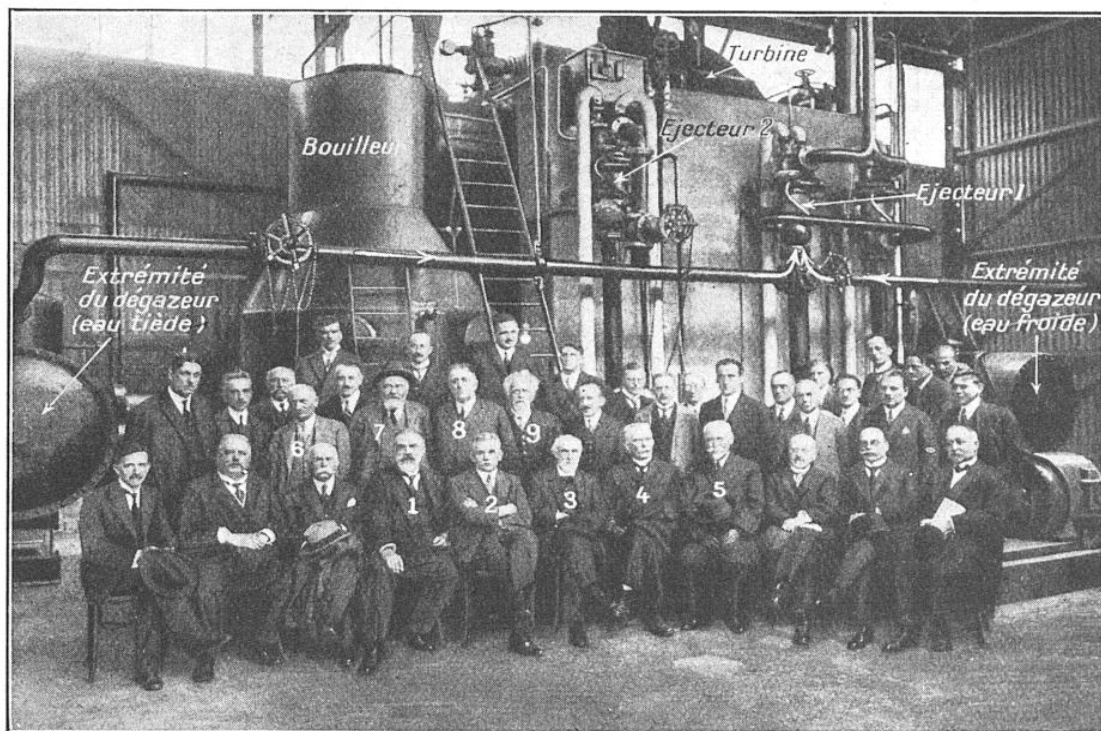
En outre, serait-il possible de maintenir à l'échelle industrielle, sur les vastes récepteurs et les grosses canalisations prévues, l'étanchéité absolue sans laquelle l'extraction des gaz deviendrait elle-même un véritable travail de Danaïdes ?

Les inventeurs, devant ces objections, conservaient toute leur confiance : ils avaient établi leurs calculs sur les teneurs en gaz les moins optimistes. Techniquement, ils savaient qu'aujourd'hui la soudure autogène permet d'éviter bien des joints, donc bien des fuites. Quant au rendement de la turbine sous d'aussi faibles pressions,

L'équipement de la première turbine industrielle tournant sous deux centièmes d'atmosphère

MM. Claude et Boucherot décidèrent de mettre sur pied une turbine de 50 kilowatts.

Et, comme preuve de sa belle confiance, l'industriel Georges Claude, sans faire appel



LA DÉLÉGATION* DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DANS LA CHAMBRE DES MACHINES

M. Paul Boucherot (1) et M. Georges Claude (2) entourés de leurs collègues, éminents collaborateurs de La Science et la Vie : M. Lecornu (3) ; M. Le Chatelier (4) ; M. Lallemant (5) ; M. Rateau (6) ; M. André Michelin (7) ; M. d'Ocagne (8) ; M. Jean Perrin (9). On voit à gauche et à droite les extrémités des deux dégazeurs. Transversalement, le tuyau d'aspiration des gaz opérant simultanément à un dixième d'atmosphère dans les deux dégazeurs et aboutissant à l'éjecteur de vapeur n° 1, dont on aperçoit les tuyaux de vapeur blancs, en col de cygne. L'éjecteur n° 2 opère à un centième d'atmosphère sur le condenseur, uniquement. A gauche, le bouilleur. En haut, le groupe turbo-générateur. Le condenseur identique d'aspect au bouilleur se trouve masqué par le bloc de maçonnerie supportant l'appareillage.

MM. Georges Claude et Paul Boucherot n'hésitaient pas à écrire, après leur première expérience de l'Académie des Sciences : « Les conditions réalisées conviennent excellentement aux turbines à vapeur, qui paraissent avoir été créées pour fonctionner sous des pressions motrices inférieures même au vide des condenseurs usuels. »

Une expérimentation à échelle industrielle ou, tout au moins, semi-industrielle pouvait seule trancher la divergence des opinions des savants et des ingénieurs.

à aucun concours étranger, fit tous les frais de cette coûteuse démonstration. Les études effectuées dans son laboratoire, avec la collaboration de MM. André Claude et Schideler, aboutirent rapidement à un devis d'ensemble très précis. Il ne restait, pour le mettre à exécution, qu'à trouver une source abondante d'eau tiède.

L'idéal aurait été de disposer des eaux résiduelles d'une grande centrale électrique, dont les condenseurs, légèrement surchauffés, auraient fourni la masse d'eau chaude néces-

saire, tandis que la rivière, toujours voisine, aurait donné l'eau froide, peut-être aux environs de 4 ou 5 degrés — comme les courants sous-marins profonds — si l'on pouvait terminer l'installation avant le printemps.

Ce fut l'usine belge d'Ougrée-Marihay, sur la Meuse, qui revendiqua spontanément l'honneur de fournir l'élément indispensable à l'expérience avec l'eau de refroidissement de ses hauts fourneaux. Cette eau, prise à 14° C (température d'écoulement), serait réchauffée au moyen d'une injection convenable de vapeur, de manière à ce que l'écart entre sa température et celle de la Meuse (où l'eau froide serait puisée) fût égal à 20 degrés. Cette différence de 20 degrés étant celle qu'offriraient, plus tard, les sources, chaude et froide, de l'océan.

L'installation réalisée à Ougrée-Marihay tend, d'ailleurs, à imiter d'aussi près que possible les conditions de fonctionnement des futures usines de la mer.

Deux bassins en béton furent établis au bord de la Meuse. L'un d'eux reçoit l'eau tiède et convenablement réchauffée ; le second, l'eau de la rivière.

L'ascension de l'eau chaude, comme celle de l'eau froide, s'effectue en deux colonnes verticales d'une longueur de 10 mètres, terminée chacune par un dôme et traversée juste au-dessous de ce dôme par un cylindre horizontal, que nous allons voir fonctionner comme appareil de *dégazage*. Le cylindre en question aboutit au *bouilleur*, s'il s'agit d'eau chaude ; au *condenseur*, s'il s'agit d'eau froide. Bouilleur et condenseur ont un aspect extérieur absolument identique, et, d'une manière générale, l'installation est parfaitement symétrique quant à la double alimentation en eau chaude et en eau froide. Les deux circuits hydrauliques sont entretenus par deux pompes Rateau, capables de débiter, chacune, 800 mètres cubes à l'heure.

Sur un massif de béton, dominant tout l'édifice, est placée la turbine de 75 ch, accouplée à une dynamo génératrice de courant continu de 50 kilowatts.

Suivons, d'abord, le courant d'eau chaude. Parvenue au sommet de sa colonne, l'eau chaude retombe en ruisselant dans le cylindre horizontal. Ce faisant, puisqu'elle trouve le vide, elle se met à bouillir et ses gaz dissous se dégagent en grosses bulles. Mais la vapeur formée se condense aussitôt pendant cette chute, tout en laissant subsister les gaz dégagés. Il ne reste plus qu'à les chasser du cylindre. C'est à quoi l'on parvient au moyen d'un *éjecteur à vapeur* (système Delas) : le jet de vapeur à haute pression

entraîne les gaz par une tuyère suivant le principe bien connu de la trompe à vide.

L'éjecteur prend les gaz à l'intérieur du *cylindre dégazeur*, à la pression de 1/10^e d'atmosphère, et les refoule à l'extérieur (1 atmosphère). Ainsi dégazée, l'eau chaude arrive au bouilleur par un *faux fond* dans lequel sont fixés cent vingt-cinq tubes de 10 centimètres de diamètre. Par cette colossale pomme d'arrosoir, l'eau chaude jaillit dans le vide du bouilleur, où l'ébullition immédiate, « à forme presque explosive », disent les inventeurs, la projette en fines gouttelettes. Il se vaporise, de la sorte, environ 1 % de la masse totale. L'abaissement de température qui en résulte est à peine de 3 ou 4 degrés. Aucun dépôt salin n'est donc à redouter.

Les 99 % d'eau restante et légèrement refroidie retombent par un collecteur central vers un compartiment du bac originel, d'où ils vont à la Meuse par un trop-plein.

L'eau froide arrive semblablement au condenseur, après avoir traversé un *dégazeur* identique à celui de l'eau tiède. L'un et l'autre dégazeurs sont, d'ailleurs, réunis par un tuyau commun, sur lequel travaille un seul et même éjecteur.

Dans le condenseur, l'eau froide s'épandait (sans gicler) par une « pomme d'arrosoir » identique à celle du bouilleur ; à cela près que chaque tube élémentaire est, ici, d'un diamètre plus petit, le débit nécessaire d'eau froide étant un peu moindre.

Détail important : sur le condenseur est adapté un second éjecteur, qui reprend, cette fois, les gaz dégagés à 1/100^e d'atmosphère. Ce dégazage supplémentaire assure une perfection relative au vide du condenseur. Cependant les auteurs assurent que ce vide (au 1/100^e) est loin de représenter la limite du possible. Ils comptent le perfectionner encore dans leurs installations réelles.

Légèrement réchauffée (de 3 degrés environ) par l'effet de la condensation absorbée, l'eau froide retourne, de même, par un collecteur central, à son niveau barométrique inférieur — d'où elle est rejetée à la rivière.

Du bouilleur, la vapeur produite est transmise à la turbine par une grosse canalisation. De même une conduite unique à gros diamètre forme l'échappement de la turbine au condenseur.

Une « turbine à action » idéale

L'installation d'Ougrée-Marihay fut terminée le 25 avril dernier. Le dimanche 29, à la première tentative, la turbine démarrait, tournant à 5.000 tours et donnant les 50 kilo-

watts prévus. La rotation monta, même, jusqu'à 5.700 tours, la puissance fournie atteignit alors 60 kilowatts.

A vide, la turbine démarre sous une différence de température de 4 degrés seulement (entre l'eau chaude et l'eau froide). Une fois rodée, elle tournera probablement avec une chute de 2 degrés. Voilà qui justifie de manière stupéfiante le principe énoncé, à l'avance, par les deux éminents ingénieurs dans leur communication de 1926 : *la turbine à vapeur semble créée pour fonctionner à des pressions inférieures même à celles des condenseurs usuels.*

Et, en effet, si l'on considère la chute de la force vive de la vapeur depuis son entrée dans la turbine jusqu'à sa sortie, le « rendement » de la machine ressort à près de 80 %. Autrement dit, les 80 % de la force vive disparue sont transformés en travail mécanique. Rien d'étonnant à cela. Le

courant de vapeur possède une vitesse relativement faible, d'environ 500 mètres par seconde. Les aubes du rotor, tournant à 5.000 tours seulement, se rapprochent, dès lors, de la vitesse linéaire de 250 mètres, qui est la *vitesse théorique optima* (demi-vitesse de la vapeur) exigée par la turbine théorique de Laval (à action). Alors que, pour utiliser la vitesse d'un jet de vapeur à 20 atmosphères, la même turbine devrait tourner à 30.000 tours, sans atteindre le même rendement.

Réalisation industrielle

Le bilan de l'énergie dépensée pour les services auxiliaires a été soigneusement établi, au cours des essais.

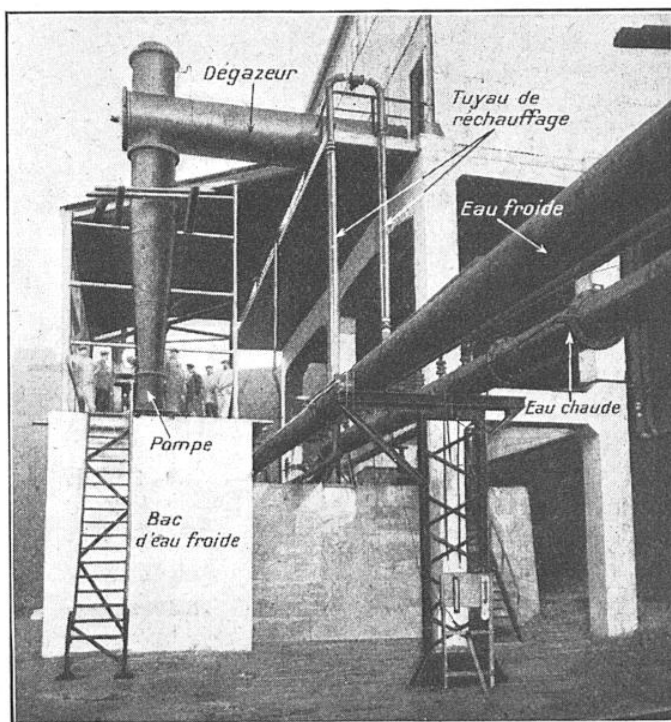
L'extraction des gaz contenus dans l'eau chaude coûta, en fait, beaucoup moins de

travail qu'elle n'en coûtera dans les usines réelles, parce que cette eau, pour des raisons d'économie, fut utilisée en circuit fermé. Redescendue au bac, elle y était réchauffée et repartait ensuite vers le bouilleur, en sorte que les gaz dégagés devenaient finalement presque nuls. Mais l'eau froide circule toujours en circuit ouvert, en fournissant 12 centimètres cubes de gaz par litre d'eau.

D'ailleurs, la mesure rigoureuse des gaz expulsés permit de calculer la puissance qui serait pratiquement nécessaire lors d'un dégazage normal et à supposer que les eaux ma-

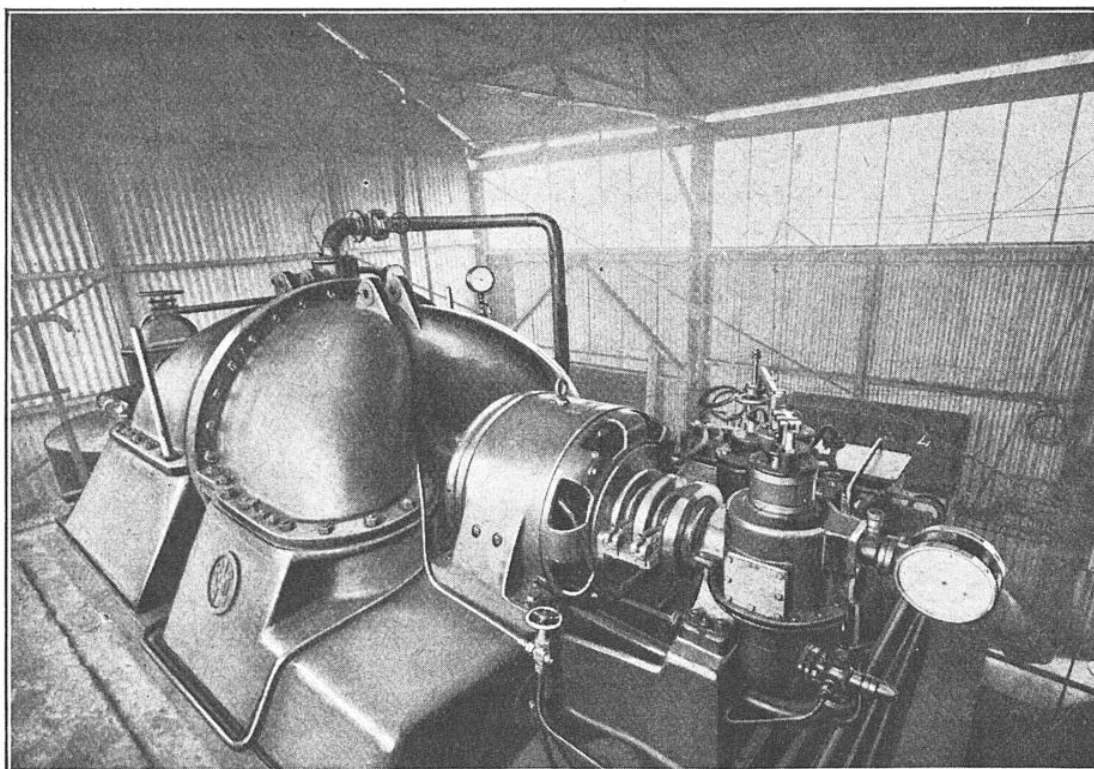
rines soient aussi gazeuses que celles de la Meuse — ce qui n'est pas probable.

Fonctionnant, certain jour, sur 20 degrés de différence de température, la turbine fournissant 67 kilowatts de puissance mécanique et la dynamo 57 kilowatts, la puissance absorbée par les pompes auxiliaires fut de 11 kilowatts, tandis que le dégazage absorbait (tous calculs effectués) 7 kilowatts. L'énergie nécessaire aux services auxiliaires atteint donc tout au plus le tiers de l'énergie totale.



L'EXTÉRIEUR DE L'USINE

Les deux bacs d'eau froide et d'eau tiède sont, ici, en perspective, le premier cache le second. Au bas de la colonne verticale, l'on aperçoit la pompe de circulation ; en haut, le dôme d'épandage ; transversalement, le cylindre dégazeur, dont nous retrouverons l'autre extrémité à l'intérieur du bâtiment. Les deux grosses conduites horizontales amènent l'eau froide et l'eau chaude. Le tuyau d'eau chaude porte une série de raccords, par lesquels il reçoit de la vapeur surchauffée (en vue du réglage de la température). Cette vapeur est fournie par le tuyau coudé vertical calorifugé et muni, à son sommet, d'une vanne de commande à portée des mécaniciens de la turbine (située au sommet).



LE GROUPE TURBO-GÉNÉRATEUR DE 50 KILOWATTS

A gauche, le corps de la turbine surmonté du tuyau d'aspiration (à un centième d'atmosphère) chargé de maintenir le vide. Puis, sur le même axe, la dynamo génératrice de courant continu, ses collecteurs radiaux de courant, un cylindre vertical contenant l'appareil régulateur de vitesse et, en bout d'arbre, le tachymètre compteur de tours. Le régulateur de vitesse (à force centrifuge) commande, comme à l'ordinaire, la distribution d'huile, dont on aperçoit les fins tuyaux en avant des machines. En outre, la pression variable de l'huile commande des soupapes spéciales qui laissent pénétrer l'air dans le condenseur, dès que la turbine dépasse sa vitesse de régime. C'est donc le « degré du vide » qui conduit toute la machinerie.

Si l'on tient compte des améliorations déjà certaines (et garanties par un spécialiste autorisé, M. Rateau), que l'on apportera au dégazage en substituant des aspirateurs-compresseurs rotatifs aux éjecteurs à vapeur provisoirement utilisés à Ougrée, il est dès à présent certain que l'énergie disponible représentera, dans les usines réelles, environ les trois quarts de l'énergie brute.

Quant à la construction, s'il reste encore à étudier la technique d'un tuyau plongeur capable d'aller puiser l'eau marine à 1.000 m de fond, on peut affirmer que l'usine elle-même ne comporte aucune difficulté. L'étanchéité des circuits est assurée de manière très satisfaisante grâce à la soudure autogène, toutes les fois qu'il est possible de l'employer, par des joints spéciaux dans le cas des grands raccords et, sur la turbine, par un joint hydraulique que les faibles pressions en jeu ne sauraient troubler.

Le 1^{er} juin, une délégation de l'Académie des Sciences a visité l'installation de MM. Claude et Boucherot.

M. Le Chatelier a résumé le sentiment général dans ces termes : « C'est la première fois que l'on voit tourner une machine à vapeur avec une différence de température d'une dizaine de degrés. Il semble donc que la première partie du problème soit résolue; reste la seconde, l'immersion du tube de pompage en mer. »

Nous serons bientôt fixés sur ce dernier point, puisque le projet a déjà pris corps d'une usine marine qui sera située à La Havane. Après quoi, puisqu'il suffit de « 10 degrés » pour fonctionner et si l'on consent à des « variations saisonnières », les usines Claude et Boucherot pourraient bien apparaître sur les côtes européennes et concurrencer l'énergie hydraulique des Alpes et des Pyrénées.

JEAN LABADIÉ.

LA XX^e FOIRE DE PARIS

Par René DONCIÈRES

LA SCIENCE ET LA VIE signale, chaque année, les nouveautés les plus intéressantes et les plus marquantes que présente la Foire de Paris dans les différents domaines industriels. Cette XX^e Exposition, qui vient de clore ses portes au printemps, nous a montré des manifestations intéressantes dans le domaine de l'électricité, de la mécanique, de la fonderie, de l'acétylène, des arts ménagers, de la construction de l'automobile, etc...

L'électricité

UNE foule d'industries sont nées de l'électricité. Toutes étaient représentées à la Foire, depuis les très puissantes firmes, comme *Thomson-Houston*, *C. E. M.*, *Jeumont*, *Alsacienne*, *Grammont*,

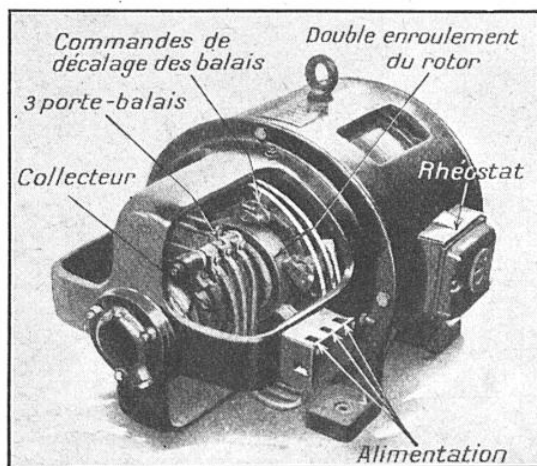


FIG. 1. — MOTEUR AUTOCOMPENSÉ DE LA SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE JEUMONT

jusqu'aux établissements spécialisés dans certaines constructions : moteurs, appareils de soudure, en passant par le chauffage, l'éclairage, la T. S. F., pour finir avec les appareils ménagers, qui, à eux seuls, représentent un groupe industriel extrêmement florissant.

Parmi les machines électriques, nous devons signaler l'effort accompli par plusieurs firmes pour modifier leurs moteurs à courant continu. *Thomson-Houston* construit des machines à ventilation forcée par ventilateurs.

Les Forges et Ateliers de Constructions

électriques de *Jeumont* ont exposé un moteur asynchrone autocompensé, que représente notre photographie (fig. 2). C'est un moteur d'induction à champs tournants, dont le facteur de puissance approche de l'unité, quelle que soit la charge. En changeant simplement la position des balais, il peut être utilisé comme compensateur pour fournir une puissance réactive, tout en développant une puissance utile sur l'arbre.

Le rotor porte un enroulement primaire, relié au réseau par les bagues, et un enroulement auxiliaire, relié à un collecteur de faibles dimensions.

L'enroulement polyphasé du stator est connecté, d'une part, à trois lignes de balais du collecteur et, d'autre part, à un rhéostat qui est mis en court-circuit et forme point neutre en marche normale. Le démarrage s'effectue à l'aide d'un rhéostat triphasé ordinaire. La série normale est établie pour 127 ou pour 220 volts. Comme le réseau est connecté aux bagues, l'emploi du moteur

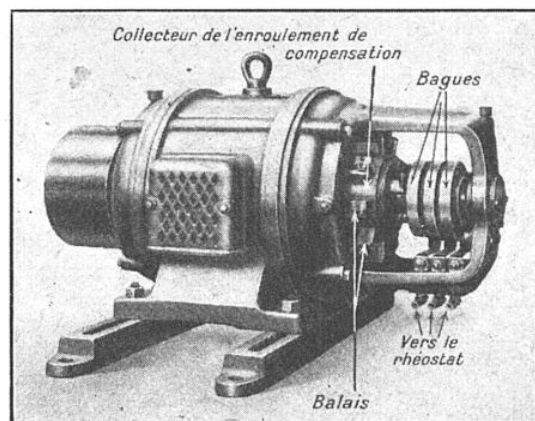


FIG. 2. — MOTEUR ASYNCHRONE AUTOCOMPENSÉ DE LA SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES

est limité aux tensions inférieures à 500 volts ; il ne convient donc pas pour les réseaux à haute tension.

La *Compagnie Electro-Mécanique* a présenté l'« Autocem », moteur asynchrone à démarreur centrifuge, constitué par des résistances subdivisées en plusieurs éléments calés sur l'arbre du rotor et tournant avec lui ; les résistances sont branchées sur les trois phases du rotor et mises automatiquement et progressivement en court-circuit pendant la période du démarrage, sous

dante de la charge, de la même fréquence que le réseau, et réglée de manière à obtenir dans ce circuit un courant limité uniquement au courant magnétisant.

Afin d'éviter les à-coups de courant qui pourraient se produire au démarrage, la liaison entre l'enrouleur statorique d'excitation et le collecteur à lames n'est établie, pour les moteurs d'une certaine puissance, qu'une fois le démarrage effectué.

Une série de moteurs a été construite pour toutes les tensions inférieures à 500 volts

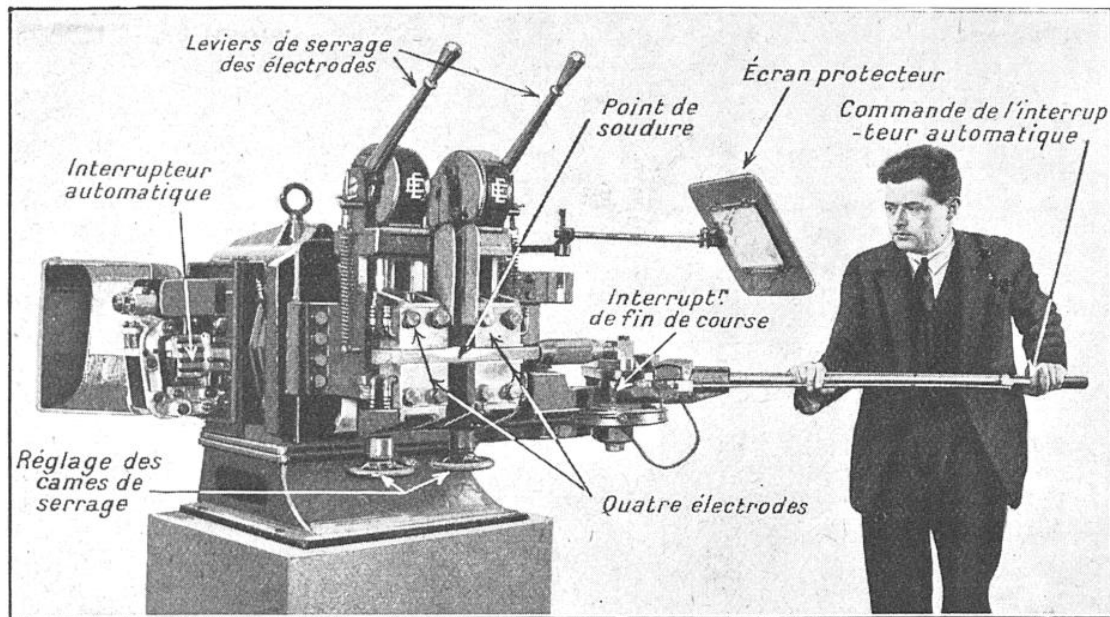


FIG. 3. — LA MACHINE ÉLECTRIQUE À SOUDER PAR BOUTS DE L'ÉLECTRO-OUTILLAGE

l'action de la force centrifuge. Signalons encore le moteur autocompensé des *Etablissements Grammont*.

Les moteurs asynchrones autocompensés de la *Société Alsacienne de Constructions mécaniques* (fig. 2) comportent un rotor possédant deux enroulements dans les mêmes encoches. L'un, dit enroulement de travail, est semblable à un enroulement normal et peut être relié par des bagues à un rhéostat de démarrage ; l'autre, dit enroulement d'excitation, est relié à un collecteur à lames analogues à celui d'une dynamo à courant continu. Le stator possède également, en plus de l'enroulement principal, un enroulement auxiliaire d'excitation relié aux balais du collecteur à lames par un dispositif approprié. Ce dernier permet d'amener aux bornes de l'enroulement supplémentaire du rotor une tension indépen-

et pour des puissances variant de 3 à 50 ch. Le facteur de puissance est pratiquement égal à l'unité à toutes charges ; à vide et aux très faibles charges, on obtient même une légère surcompensation. Au delà de la pleine charge, le facteur de puissance diminue très légèrement, tout en se maintenant encore entre 0,97 et 0,95, suivant les polarités à 50 % de charge.

Parmi les moteurs à faible puissance (jusqu'à 1 cheval) appartenant au type « Universel », citons le moteur « Minicus » à collecteur, compensé par bobinage spécial, dont le couple est indépendant de la nature et de la fréquence du courant. Un même moteur peut donc être utilisé avec du courant continu ou de l'alternatif à 25, 42, 50, 60 périodes.

Les nouveaux moteurs *Charles Roulland* triphasés, à deux puissances, sont constitués par deux moteurs logés dans une même

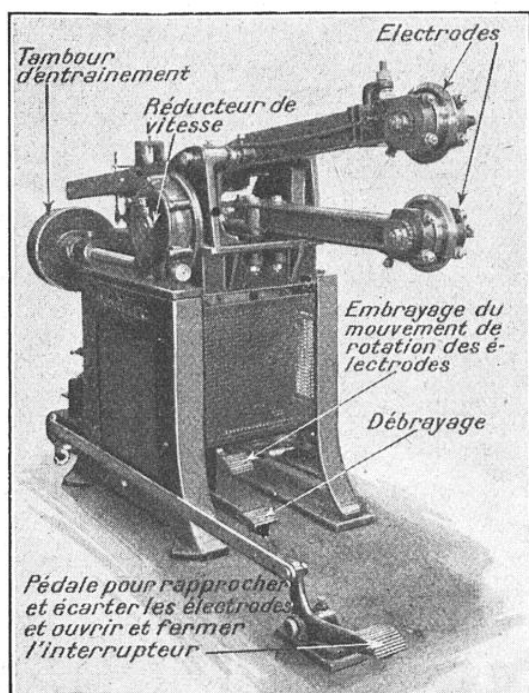


FIG. 4. — MACHINE A SOUDER CONTINUE

carcasse. On passe d'un régime à l'autre en agissant sur un commutateur situé sur le bâti. Ils conviennent pour les travaux agricoles, où le travail demandé aux moteurs est irrégulier.

Depuis quelque temps, on voit apparaître, en France, de petits disjoncteurs d'appartement, destinés à remplacer les fusibles. Si une surcharge se produit, le disjoncteur entre en action et coupe le circuit, que l'on rétablit en poussant une manette. Ces appareils méritent d'être signalés en raison des pointes de courant qui se produisent au moment de la mise en service des appareils ménagers.

La Société Electro-Câble a créé deux nouveaux types de conducteurs, en « alucâble » et en « multimétal ». Le premier est un alliage spécial d'aluminium, de conductibilité légèrement plus faible que le métal pur, mais de résistance à la rupture beaucoup plus

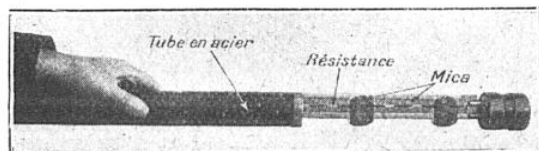


FIG. 5. — TUBE CHAUFFANT

élevée (35 kilogrammes par centimètre carré, contre 20 kilogrammes pour l'aluminium). Il résiste mieux à la corrosion que l'aluminium pur. Le second est constitué par une âme en acier, sur laquelle est soudée une gaine de cuivre par un procédé spécial. La résistance mécanique de ces fils est supérieure à celle des précédents ; pour cette raison, ils conviennent pour les longues portées, bien que la conductibilité soit inférieure à celle d'un fil de cuivre de même diamètre.

La soudure électrique est une industrie qui progresse sans arrêt, en raison des avantages énormes que présente ce mode de soudure sur celle au chalumeau, laquelle, d'ailleurs, lutte avantageusement pour certaines applications. Citons, parmi les maisons les plus importantes : S. B. F., Languepin, la Soudure autogène Française, la Compagnie de Constructions et Applications électromagnétiques, l'Electro-Soudure, Electricité et Electro-Outillage.

La machine que représente notre figure 3,

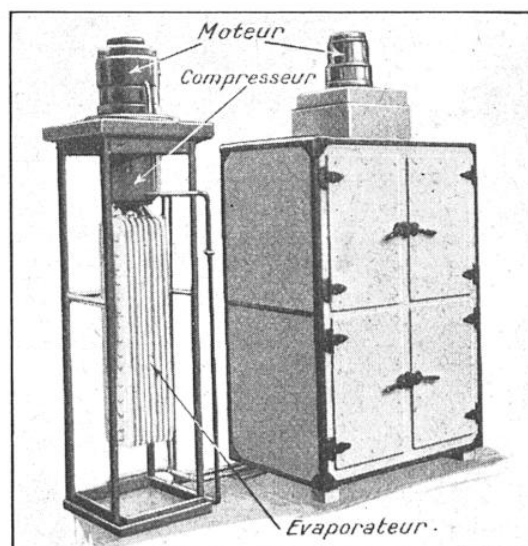


FIG. 6. - LA MACHINE FRIGORIFIQUE « BOREAS »

qui appartient à cette dernière société, est une machine à souder par bouts, l'une des plus puissantes qui existent. Elle se branche sur le réseau par l'intermédiaire d'un interrupteur bipolaire ; les conducteurs aboutissent, sur la machine, à des fusibles généraux, qu'une dérivation relie à un contacteur, fixé à la poignée et qui permet d'envoyer du courant dans l'interrupteur automatique. C'est par l'intermédiaire de cet interrupteur que le circuit général est fermé sur le transformateur. Auparavant, il est

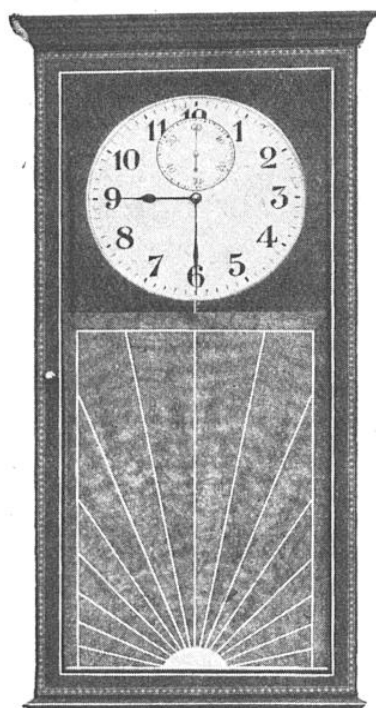


FIG. 7. — GARDE-TEMPS
« BULLE-CLOCK »

médiaire de la pièce à souder. Cette machine, ainsi, d'ailleurs, que toutes les soudeuses par bout, est indispensable dans toutes les industries de constructions mécaniques : ateliers de construction de locomotives, de wagons, de charpentes, d'automobiles, de camions, de carrosserie ; beaucoup de travaux de forge, de serrurerie, de fabrications de bandages, de roues, d'écrans, de chaînes, etc., les utilisent.

Dans la nouvelle machine à souder par points *S. B. F.*, la commande de l'électrode supérieure est assurée par servo-moteur, afin d'éviter la fatigue des ouvriers, qui, dans les machines ordinaires, réalisent la pression sur les tôles par un levier à pédale actionné par l'opérateur. Ici, la descente et la montée de l'électrode sont obtenues par simple pression sur une petite pédale, ou en tirant sur un levier à main suspendu à la portée

nécessaire de préparer le circuit à l'aide du commutateur à broche, prévu pour modification de la puissance suivant les sections à souder bout à bout.

Le primaire du transformateur peut être utilisé en partie pour les petites intensités, ou en totalité pour les intensités maxima. Dans tous les cas, le secondaire est toujours en court-circuit sur lui-même par l'inter-

de l'opérateur. On obtient en même temps une ouverture de 100 millimètres entre les deux électrodes. La coupure du courant se fait automatiquement par l'interrupteur monté sur la machine, sans aucune intervention manuelle. Quant au servo-moteur, sa puissance est d'environ un cinquième de cheval seulement.

Signalons encore la machine *S. A. F.* à souder par l'arc, qui permet des vitesses de quatre à dix fois supérieures à celles obtenues en soudure à l'arc à la main, et celle à souder continue de l'Electro-Soudure, que représente la figure 4.

Eclairage et chauffage. — Il n'existe pour ainsi dire pas de nouveautés en matière d'éclairage. Nous avons, d'ailleurs, exposé ici, à maintes reprises, les conditions requises pour réaliser un éclairage ration-

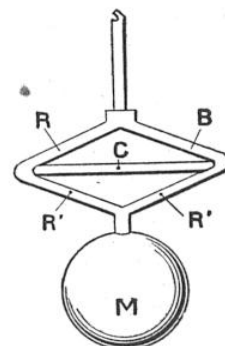


FIG. 9. — DEUX TRIANGLES DE LAITON RBR'R' ACCOLÉS PAR LEUR BASE C EN INVAR, DONNENT L'EFFET DE COMPENSATION

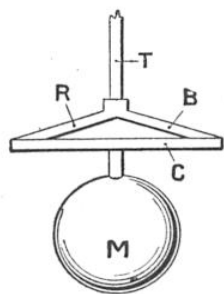


FIG. 8. — PRINCIPE
DU COMPENSATEUR
DE M. FAVRE BULLE
T, tige du pendule ;
RBC, triangle ; M,
masse pendulaire.

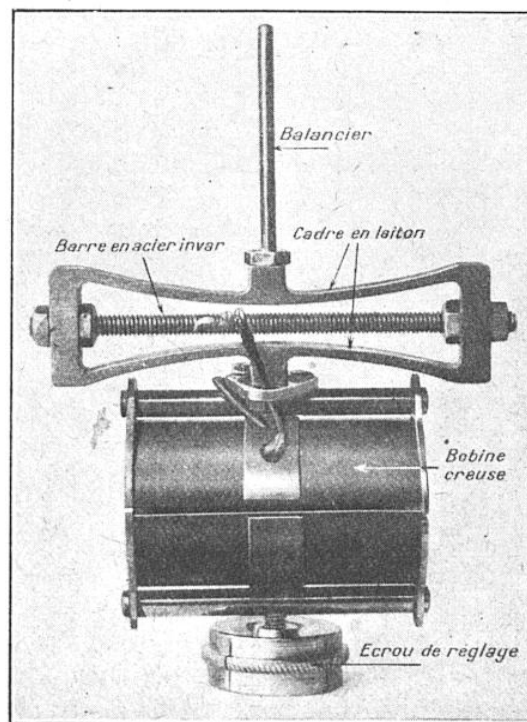


FIG. 10. — LE BALANCIER COMPENSATEUR



FIG. 11. — LA CISAILLE « NAGEOTTE »

nel (1). Nous n'y reviendrons donc pas.

Pour ce qui concerne le chauffage, il y a lieu de rappeler, pour les usagers parisiens en particulier, que la C. P. D. E. a consenti un tarif spécial pour le courant dit de nuit, utilisé pour tous usages autres que l'éclairage. C'est ainsi que, du 1^{er} avril au 30 septembre, le tarif de nuit est appliqué entre 18 et 7 heures et entre 11 h. 30 et 13 h. 30 ; du 1^{er} octobre au 31 mars, les heures sont les mêmes ; mais, entre 15 et 18 heures, la C. P. D. E. impose un tarif de pointe. Le tarif de nuit est de 0 fr 031 l'hectowatt-heure ; celui du jour, 0 fr 076, et celui de pointe, 0 fr 149. Le prix de pointe est donc supérieur au tarif normal.

Ajoutons que les appareils d'utilisation sont groupés sur un circuit distinct de celui de l'éclairage, avec compteur spécial, commandé soit par une horloge, soit par un relais actionné à distance. Ce courant convient au chauffage, aux usages frigorifiques, aux chauffe-bains électriques, aux fours de boulangers, etc...

Un grand nombre de maisons exposent des appareils de chauffage. Citons la marque AP-EL, qui est une garantie. La *Compagnie parisienne de Chauffage électrique* possède des appareils à chauffage direct et à accumulateurs. Dans les premiers, la résistance est enroulée sur un tube de porcelaine qui enveloppe une tige de fer doux, où se développent les effets Joule au passage du courant. Chaque élément est entouré d'ailettes, autour desquelles circule l'air ambiant. Dans le système par accumulation, le principe est

(1) Voir *La Science et la Vie*, nos 119, mai 1927, et 123, septembre 1927.

le même ; mais les éléments sont noyés dans une matière siliceuse spéciale qui accumule la chaleur pour la dégager ensuite. D'après les chiffres fournis par les constructeurs, une chambre de 50 mètres cubes peut voir sa température élevée à 18° (la température extérieure étant à — 5°) avec deux éléments consommant 1.400 watts-heure.

La *Société Mécano Française* a imaginé un tube chauffant métallique qui peut servir à constituer un ensemble placé aux points des plus grandes déperditions. A l'intérieur du tube court une résistance laccée sur une bande de mica qui empêche le contact entre l'élément chauffant et le tube (fig. 5).

Il existe plusieurs modèles de cuisinières électriques à chauffage direct, entre autres ceux des *Etablissements Electro-Mécaniques de Strasbourg*, qui ont également présenté des poêles électriques à accumulation, réalisant le chauffage idéal, puisqu'ils sont alimentés par le courant de nuit. Les installations de chauffe-eau électriques, toujours par le courant de nuit, présentent également un intérêt économique appréciable.

La même société a exposé la machine frigorifique « Boreas », à moteur électrique et dont l'agent frigorifique est le chlorure de méthyle (fig. 6). Le moteur entraîne un compresseur rotatif à palettes qui comprime le gaz issu de l'évaporateur où il produit les frigorifiques nécessaires au refroidissement de l'armoire frigorifique. L'appareillage électrique, commandé par un régulateur de température et un interrupteur, permet l'utilisation du courant de nuit pour réaliser l'accumulation des frigorifiques dans le meuble. C'est le froid par accumulation.

A Paris, d'ailleurs, la Société Kelvinator procède déjà à l'installation du froid central dans certains immeubles en construction. Dans le sous-sol sont installés le compres-

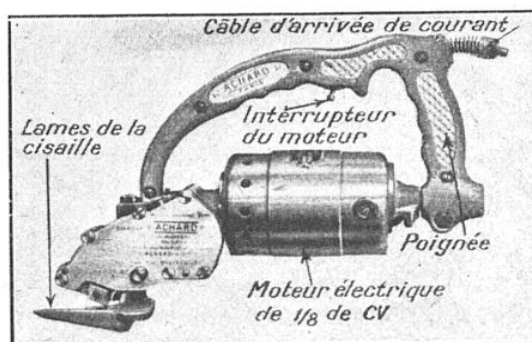


FIG. 12. — LA CISAILLE « ACHARD »

seur à moteur électrique et le condenseur. Une canalisation relie ces appareils à toutes les armoires frigorifiques des appartements, où le froid est fourni par l'appareil évaporateur.

Pour terminer ce chapitre de l'électricité, faisons une courte incursion dans le domaine de l'horlogerie.

Dans les appareils horaires modernes de haute précision, la recherche de l'isochronisme doit être poussée le plus loin possible. Le créateur de la Bulle Clock, M. Favre Bulle, a imaginé, pour les nouveaux « Garde-Temps » (fig. 7), un important perfectionnement, dont l'association avec le dispositif correcteur de la Bulle Clock a permis de réaliser l'isochronisme intégral non seulement pour toutes les amplitudes du pendule, mais pour toutes les températures. Il s'agit d'un compensateur permettant de rendre la période d'un pendule rigoureusement indépendante de la température ambiante.

Le principe sur lequel est basé ce dispositif est le suivant : si on constitue un triangle isocèle de telle manière que sa base, d'une part, et ses deux côtés, d'autre part, soient en métaux ayant des coefficients de dilatation inégaux, ce triangle, soumis à des variations de température, se déforme en changeant de hauteur. En particulier, s'il est très aplati, c'est-à-dire si l'angle opposé à la base est très obtus et assez voisin de 180° , à un faible allongement de la base sous l'influence d'une élévation de température correspond une variation relativement importante de la hauteur, dans le cas où les deux petits côtés du triangle seraient

constitués en une matière non dilatable.

Si l'on dispose, par exemple, un tel triangle à un endroit approprié du pendule, situé au-dessus de la masse pendulaire M , c'est-à-dire entre celle-ci et la tige T du pendule (fig. 8), il est clair que, si les deux côtés R et B sont constitués en laiton et la base C en acier invar, la moindre élévation de température produira une augmentation de la hauteur du triangle qui aura pour effet de

compenser les déplacements du centre de gravité du pendule produit par la variation de longueur de la tige et autres organes de ce dernier, sous l'influence de ce changement de température.

Il est clair que l'on peut, pour augmenter l'effet de compensation cherchée, accoler par leur base (fig. 9) deux triangles tels que celui représenté en figure 8. Dans ce cas, les quatre côtés RB , $R'R'$ sont en invar et forment un cadre unique, tandis que la diagonale formée par les deux bases réunies C

est en laiton.

L'application pratique de ce principe aux « Garde-Temps Bulle Clock » a été réalisée par un dispositif représenté en figure 10, constitué par un cadre rectangulaire en laiton, dont les deux côtés horizontaux, convenablement incurvés et amincis, remplacent les angles obtus des triangles des figures précédentes.

Une barre en acier invar traverse les deux côtés verticaux du cadre, sur lequel elle est solidement fixée par ses extrémités au moyen d'un double jeu d'écrous.

Il ressort clairement d'un simple examen de cette disposition que, sous l'effet de la

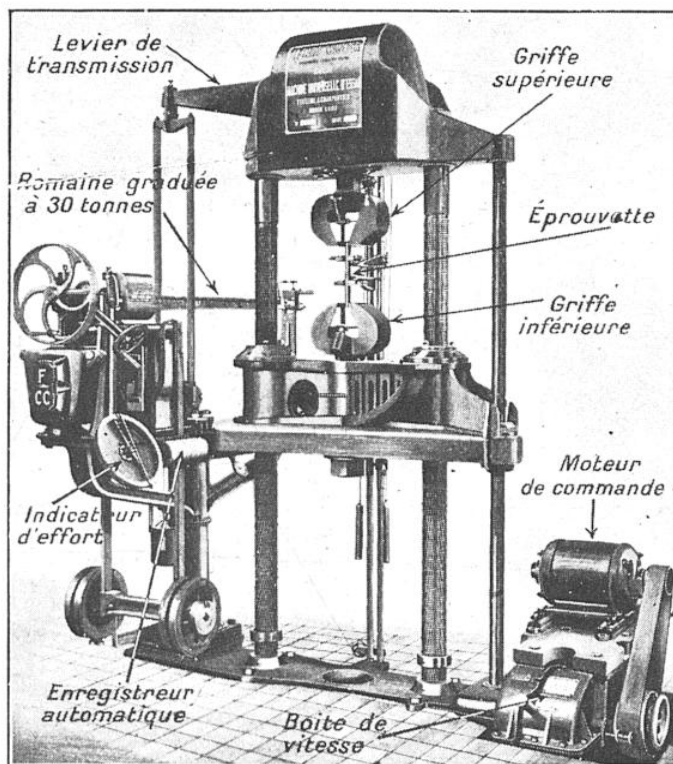


FIG. 13. — MACHINE D'ESSAIS UNIVERSELLE « FALCOT ET CHARPENTIER », TYPE VERTICAL

température, la distance qui sépare le milieu des côtés courbes croîtra ou diminuera avec une régularité absolue, et que cet écartement sera toujours rigoureusement constant pour une température donnée. En un mot, on se trouve en présence d'un procédé d'une remarquable simplicité permettant de compenser automatiquement et avec une précision absolue l'allongement du balancier sous l'effet de la chaleur et son raccourcissement sous l'effet du froid. Il est à noter que ce résultat est obtenu sans addition de masse pesante, ce qui est particulièrement avantageux pour son application aux horloges électriques, telles que la Bulle Clock par exemple, qui sont transportées avec leur pendule en place. Cette légèreté du dispositif est également très précieuse quand on utilise, comme dans ces dernières pendules, des oscillations isochrones d'une large amplitude permettant d'obtenir la sûreté de marche qui lui permet de résister aux trépidations, ce qui, à notre époque trépidante, est une condition *sine qua non*.

On se trouve donc en présence d'un ensemble de solutions élégantes du gros problème horloger dont dépend la marche précise de nos horloges.

La mécanique

Les machines-outils accaparent toujours la plus grande partie des installations mécaniques. C'est que les multiples problèmes qu'elles permettent de résoudre sont à la base même d'une industrie. Une machine qui supprime une manipulation, qui effectue le travail plus rapidement qu'une autre, qui le livre à un degré de finition plus parfait, réduit les frais généraux d'une usine ou augmente le rendement. Ne soyons donc pas surpris d'assister à une production de machines-outils de plus en plus abondante. Et ajoutons que l'industrie française n'a à peu près plus rien à envier à l'industrie étrangère, à ce point de vue.

Pour ce qui concerne les tours parallèles, aucune nouveauté n'est à signaler, et les maisons françaises, comme G. S. P., Somua, Cazeneuve, Ernault, se sont montrées égales

aux maisons étrangères, Loewe, Reinecker, Shaerer. La Société Alsacienne de Constructions mécaniques a présenté un tour vertical particulièrement intéressant, avec un seul montant, un chariot-revolver et un porte-outil latéral inclinables. Il peut admettre des pièces de 850 millimètres de hauteur et tourner jusqu'à 1 m 150 de diamètre. Il comporte 12 vitesses du plateau de 2 à 100 tours-minute et 8 avances de 0,17 à 8 millimètres par tour. Déplacements rapides des coulants, chariots et traverse. Ce tour est de dimensions moyennes. Cette maison construit également, mais avec deux montants, des tours avec plateau de 1 m 200 à 6 mètres. Les tours verticaux sont construits également par Berthiez (France) et par les Usines Schiess-Defries, en Allemagne. Cette dernière a produit les plus grands tours verticaux existant en Europe.

Parmi les tours-revolvers et automatiques, il convient de citer la série des automatiques Cuttal, avec 153 millimètres de diamètre de barre pour le plus puissant. La maison anglaise

Alfred Herbert a exposé un tour-revolver à combinaisons avec un chariot-tourelle et un chariot transversal double, avec quatre outils à l'avant et un deuxième porte-outil à l'arrière.

Dans le groupe des fraiseuses, on retrouve toute la production de l'an dernier des maisons françaises et étrangères. Citons la maison Huré, créatrice de la fraiseuse « Universelle », qui exposait toute une gamme de machines de production en série, et l'Universelle Gambin, avec ses 24 vitesses de broches et 36 avances ; la machine Cornac, dont la broche possède une gamme de 24 à 32 vitesses, suivant le type de la machine, huit avances automatiques instantanément réversibles.

La perceuse Pax est un engin puissant, qui permet le perçage jusqu'à 50 millimètres. Les changements de vitesse et d'avance, par cônes, donnent de 15 à 1.800 tours.

Citons encore les étaux limeurs et mortaiseuses de la maison G. S. P., dont les

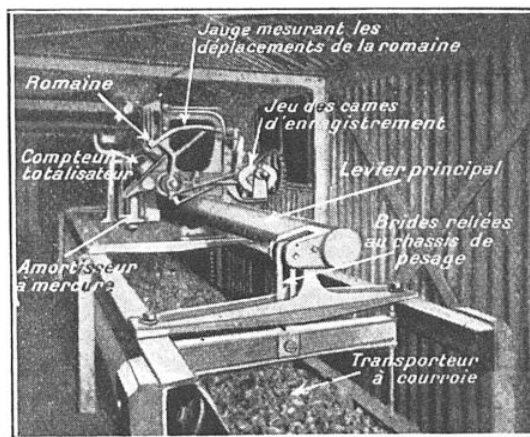


FIG. 14. - BASCULE AUTOMATIQUE « DENISON »

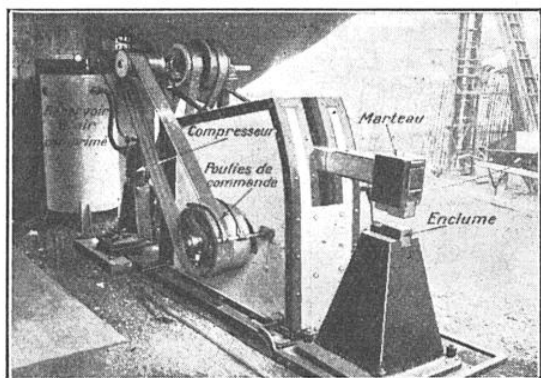


FIG. 15. — MARTEAU MÉCANIQUE « RECORD »

grands modèles atteignent une course de 760 millimètres ; les machines à meuler Norton, celle des Ateliers de Construction H. A. Waldrick, destinée au travail des cylindres de laminoirs, le cylindre reposant dans des lunettes qui lui permettent de tourner en face de la meule ; la machine à rectifier des Etablissements Panhard-Levasor ; les machines à affûter les fraises et tarauds Huré, Gambin ; celles à affûter les scies de Lejeune et Michel Lévy.

Une intéressante cisaille à main est la cisaille universelle Nageotte (fig. 11), qui permet de découper à la main, sans l'intervention d'un moteur, des tôles dont l'épaisseur peut atteindre 6 millimètres. Achard a également établi une cisaille à main actionnée par un petit moteur électrique (fig. 12). L'ensemble, moteur compris, pèse 3 kilogrammes seulement. Le constructeur Vernet, de Dijon, a exposé des poinçonneuses-cisailles très remarquables et qui sont certainement parmi les plus perfectionnées qui existent.

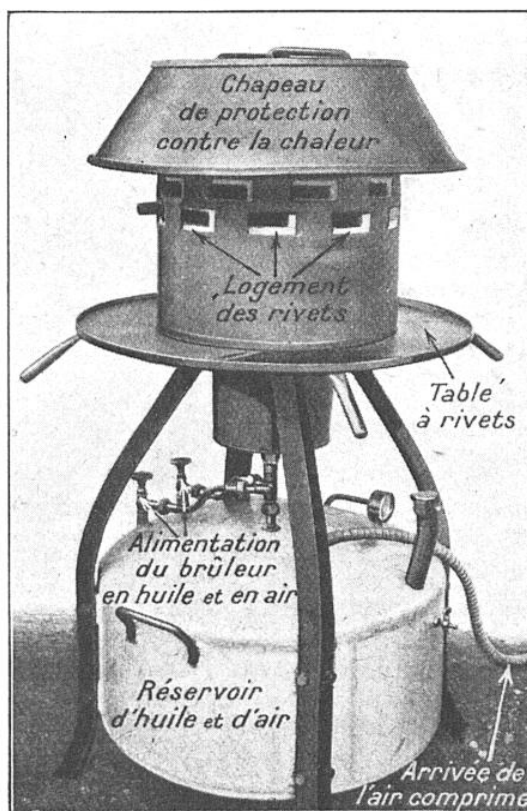
La perceuse électrique René Volet, présentée pour la première fois cette année, est d'un modèle tout à fait intéressant, à cause de son très faible poids, ce qui la rend particulièrement maniable dans le travail. Son moteur est du type universel, et le système de démultiplicateur donne au foret une vitesse variant de 300 à 600 tours, qui est celle convenant le mieux pour la capacité de perçage de la machine. Le démultiplicateur est entièrement composé d'engrenages hélicoïdaux tout en acier. Ajoutons, à titre d'indication, que l'engrenage fixé sur l'arbre porte-foret a 75 millimètres de diamètre et 20 millimètres de longueur de denture.

Voici, dans un autre ordre d'idées, une machine à essayer les métaux.

La vérification des métaux par des machines appropriées est absolument indispensable dans l'industrie, particulièrement dans les grandes usines. Pour répondre à ces besoins, les Etablissements Falcot et Charpentier ont établi une machine verticale de 30 tonnes pour tous essais à la traction, à la compression et à la flexion, accompagnée des accessoires spéciaux pour les pliages, le cisaillement, la torsion et les essais à la bille. Un dispositif monté sur la machine permet de lire les efforts, lesquels peuvent être également enregistrés (fig. 13).

Les bascules à peser les matières manutentionnées par les transporteurs à courroie, à godets ou à palettes, horizontaux ou inclinés, sont destinées à réduire le temps nécessaire aux manipulations par les transporteurs mécaniques, et certaines denrées, qui doivent être pesées, sont soumises à cette opération pendant le transport par la bascule automatique et totalisatrice Denison.

La bascule comporte un châssis de pesage supportant les rouleaux sur lesquels chemine le transporteur. Ce châssis est suspendu

FIG. 16. — FOUR A CHAUFFER LES RIVETS
« ELREY »

par quatre tirants à un levier principal, lequel est relié par une tige de force à la romaine. Un amortisseur à mercure limite les oscillations de la romaine et permet d'équilibrer les charges sur le châssis de pesage. Il tient lieu du curseur dans les bascules ordinaires (fig. 14).

On réalise le pesage en marche, par conséquent sans aucun arrêt dans la manutention, en effectuant des pesées successives par longueurs de bande correspondant à celle du châssis de pesage, dont la longueur est elle-même proportionnelle à la vitesse du transporteur.

On effectue, en général, douze pesées à la minute.

Sous l'effet des charges, l'extrémité de la romaine oscille entre deux mâchoires. A un moment donné, par l'intermédiaire d'une chaîne réalisant un synchronisme entre le mouvement du transporteur et celui d'un mécanisme enregistreur, une des mâchoires, qui est mobile, vient immobiliser la romaine dans une position qui correspond à la charge engagée sur la portion de bande portée par le châssis de pesage. Aussitôt, une jauge vient prendre la hauteur de l'extrémité de la romaine pour la reporter sur un compteur enregistreur en tonnes et kilogrammes.

Pendant le blocage de la romaine, une nouvelle section de courroie passe sur le châssis de pesage, et le cycle des opérations recommence. Un mécanisme spécial empêche le compteur de fonctionner quand la bande passe à vide.

Nous pouvons signaler encore le dispositif ingénieux et pratique adopté par les *Etablissements Drouard* pour supprimer

l'installation des transmissions et récupérer la place prise par les courroies dans les ateliers. C'est un réducteur de vitesse à courroie souple directement fixé sur le moteur et dont le rapport de réduction, d'environ 1 sur 3 et demi, permet d'utiliser les moteurs tournant à 1.500 tours d'un bon rendement et d'un bon facteur de puissance, pour attaquer directement des machines tournant à faible vitesse. Ce système permet,

en outre, de faciliter la commande individuelle, puisque la machine peut se déplacer avec son moteur.

Dans les petits ateliers de mécanique, où le marteau-pilon est un outil trop important, on peut utiliser un appareil dans le genre du marteau mécanique *Record* (fig. 15), d'un prix de revient modéré et qui assure une rapidité de travail bien supérieure à celle du frappeur manuel. C'est un marteau fixé à l'extrémité d'un balancier en bois de frêne

solidaire d'un puissant ressort à lames. Il reçoit son mouvement d'un excentrique, fixé à l'extrémité du ressort et monté sur l'arbre de commande. La course de la masse tombante est de 400 millimètres, et son poids de 30 kilogrammes. L'arbre de commande, qui tourne à 220 tours par minute, fournit une frappe par tour. Le moteur nécessaire doit avoir une puissance de 2 ch.

Voici, pour l'industrie de la chaudronnerie, le four tournant « Elrey » (fig. 16) à chauffer les rivets, très économique. Il brûle toutes les huiles lourdes envoyées au brûleur par l'air comprimé, sans produire de fumée. La chambre de chauffe comporte deux rangées d'ouvertures rectangulaires, dans les-

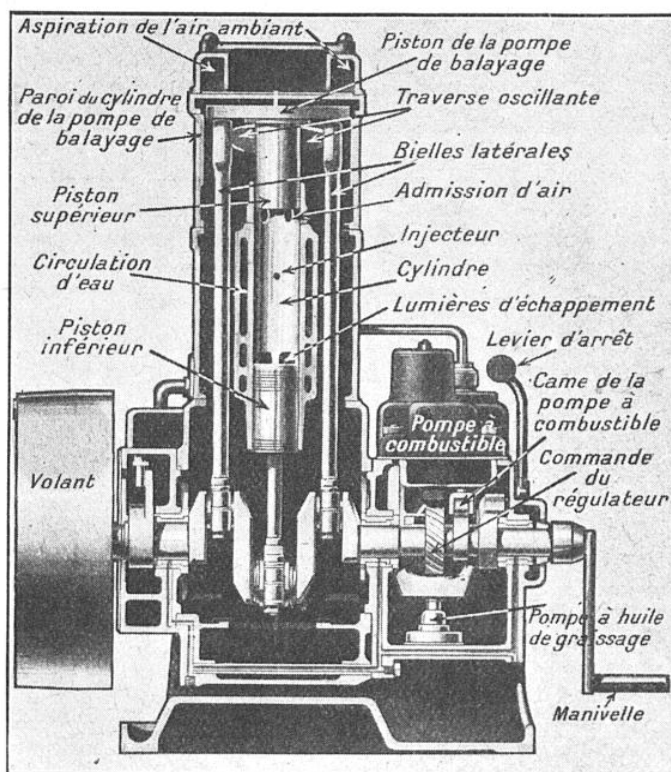


FIG. 17. — LE NOUVEAU MOTEUR « PEUGEOT » (LICENCE JUNKERS)

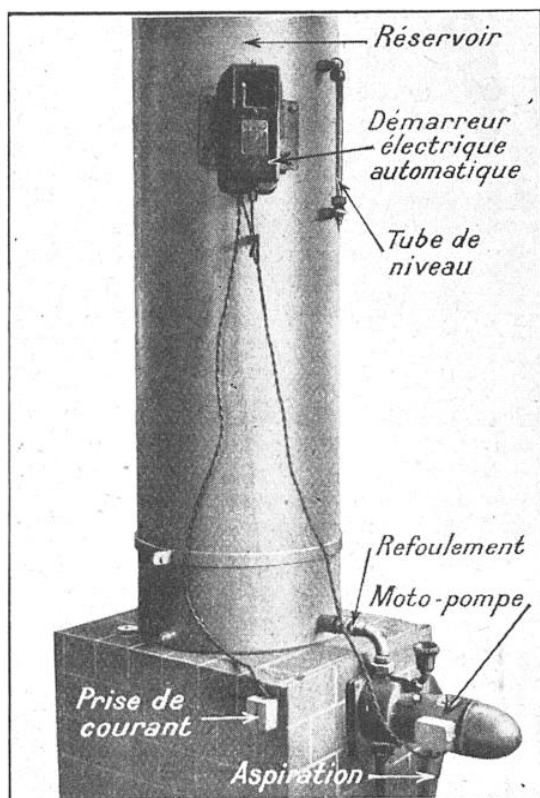


FIG. 18. — RÉSERVOIR « RENÉ VOLET » A DÉMARREUR AUTOMATIQUE

quelles on place les rivets ; l'ouvrier est protégé par une tôle tronconique, et les rivets peuvent être posés, avant et après leur chauffage, sur une tablette circulaire. Le four peut chauffer trois cents rivets de 20 millimètres à l'heure, en consommant environ 3 kilogrammes d'huile.

Les moteurs

Le nouveau moteur *Peugeot* (fig. 17), licence *Junkers*, doit tout particulièrement retenir notre attention, car il représente un progrès immense dans la technique du Diesel rapide de faible cylindrée.

C'est un moteur à deux temps, à pistons opposés, de 60 millimètres d'alésage et 210 millimètres de course (90 + 120) pour les deux pistons. Il donne 8 ch à 1.000 tours et 10 ch à 1.200 tours, démarre à froid et consomme 210 grammes au cheval-heure.

Notre dessin nous permettra d'éviter une trop longue description. Les deux pistons se déplacent en sens inverse. Le piston inférieur est articulé sur une bielle centrale travaillant à la compression, et l'autre sur une

traverse portant deux bielles latérales travaillant à la traction. Au-dessus du cylindre se trouve une pompe de balayage, dont le piston, de grand diamètre, fait corps avec le piston supérieur du moteur et se déplace à l'intérieur du carter même, taillé en corps de pompe, sur une certaine hauteur. Ce dernier piston comprime à 300 grammes, dans tout le carter, l'air frais qui sera introduit entre les deux pistons moteurs. Le grand volume du carter, par rapport à celui du cylindre, permet de conserver cette pression pratiquement pendant tout le temps du balayage, qui s'effectue dans un seul sens par équi-courant. Les pistons opposés permettent de réaliser un équilibre parfait, car les efforts d'explosion, de compression et d'inertie s'annulent directement sur le vilebrequin par l'intermédiaire des bielles latérales et de la bielle centrale ; les paliers sont, par conséquent, déchargés, et le bâti peut être léger sans compromettre la sécurité du fonctionnement. D'autre part, le grand rapport entre la course et l'alésage a rendu possible la réduction de la vitesse linéaire des masses en mouvement, de l'usure et du graissage, une longue détente, une bonne utilisation des calories et une grande souplesse. Les manetons sont décalés d'environ 15° ; ce dispositif permet de découvrir les lumières d'échappement avant celles d'admission et de les recouvrir également avant. Il en résulte un balayage parfait et un bon remplissage.

La compression de l'air entre les pistons moteurs est portée à 35 kilogrammes ; elle

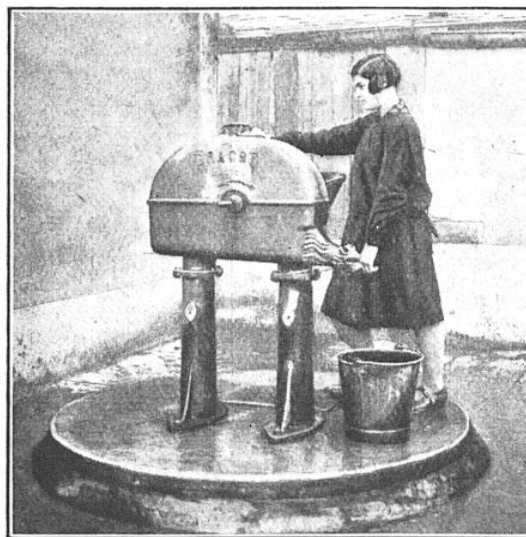


FIG. 19. — LA POMPE « DRAGOR »

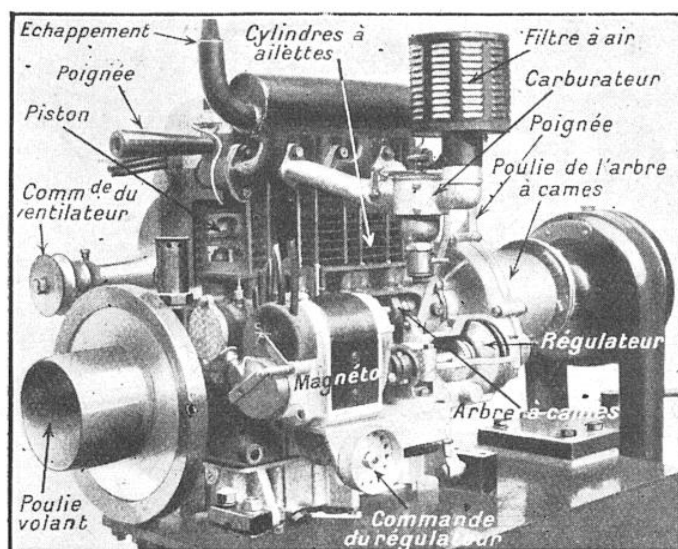


FIG. 20. — LE POLYMOTEUR

est, cependant, passée facilement à la manivelle par suite du faible alésage, de la décharge des paliers, de la division de la course, de la non-concordance des points morts hauts des pistons, qui se succèdent grâce au décalage des manetons et du déplacement linéaire minime, en fin de course, du piston supérieur par rapport au grand déplacement angulaire du vilebrequin.

L'injection est réalisée par simple orientation du piston de la pompe. Cette orientation est commandée par l'intermédiaire d'un régulateur à billes. Pour une position donnée de l'accélérateur, on obtient, à chaque variation de charge, une variation d'injection de combustible correspondant au régime demandé.

Le moteur fonctionne donc sans magnéto, sans bougies, sans soupapes, sans carburateur et sans compresseur. Deux types sont actuellement construits : un de 10 ch et un de 45 ch destiné aux camions.

Pour assurer la distribution automatique et permanente de l'eau dans les habitations, la maison René Volet a créé une gamme de réservoirs de charge et de réservoirs sous pression, munis, les uns et les autres, d'un démarreur automatique (fig. 18). Le premier est actionné par une chaînette qui pend sous le socle et comporte, à des hauteurs réglables, deux capacités lestées qui tendent à s'enfoncer dans l'eau.

Lorsque le niveau de l'eau atteint la capacité inférieure, l'augmentation de poids, qui résulte du dénoyage de cette capacité,

augmente la traction sur la chaînette et provoque la mise en route de la pompe ; inversement, quand le niveau de l'eau atteint la capacité supérieure, la diminution de la force de traction, qui résulte de l'allègement provenant du noyage du flotteur supérieur, coupe le courant, et la pompe s'arrête, le réservoir étant plein. Cet interrupteur est tout à fait indémodifiable. En cas de rupture de la chaînette, l'interrupteur se met automatiquement à l'arrêt. Dans les installations où l'on veut éviter les inconvénients du réservoir de charge, comme la gelée en hiver et l'eau tiède en été, on peut adopter les réservoirs sous pression, qui se placent normalement en cave. Ces réservoirs, de 100 à 2.000 litres de capacité, sont également munis

d'un démarreur automatique spécial fonctionnant par différence de pressions, c'est-à-dire mettant en route la pompe avant que la pression dans le réservoir soit devenue

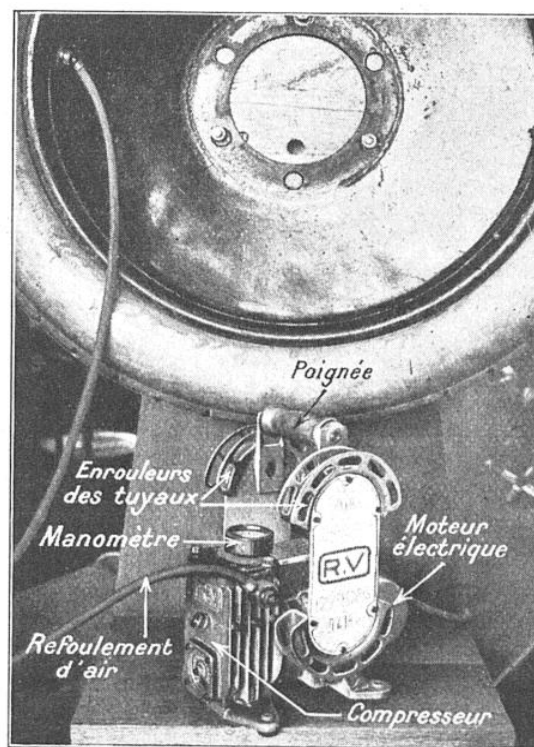


FIG. 21. - COMPRESSEUR D'AIR « RENÉ VOLET » POUR GONFLER LES PNEUMATIQUES

insuffisante pour assurer l'élévation de l'eau aux points les plus élevés de l'installation et l'arrêtant lorsque la pression atteint le maximum qu'elle peut donner utilement.

La pompe *Dragor* (fig. 19), dont nous avons déjà donné la description (1), est surtout un appareil éminemment hygiénique.

Signalons, pour satisfaire aux besoins de la ferme, le *Polymoteur* (fig. 20), qui appartient au type classique à quatre temps, à 4 cylindres, avec refroidissement par air, et qui pèse 49 kilogrammes seulement en ordre de marche. Il peut donc être transporté facilement d'un endroit à un autre et être installé près de l'outil qu'il doit commander. Cette installation s'effectue instantanément par un système de glissière et de ressort combinés qui supprime les massifs de scellement.

Pour gonfler les pneumatiques, le constructeur René Volet a établi un petit groupe compresseur d'air (fig. 21) destiné aux garagistes et aux propriétaires de voitures. Il est muni d'enrouleurs spéciaux destinés à ranger le tuyau et le fil quand on ne s'en sert pas. Le moteur électrique qui l'actionne est un moteur universel de un quart de ch, consommant, suivant la pression demandée, de 250 à 300 watts. Il actionne, par l'intermédiaire d'un dispositif d'engrenages, un petit compresseur monocylindrique, composé d'une bielle et d'un piston en duralumin, fonctionnant dans un cylindre en bronze d'aluminium extra-dur. L'air refoulé passe par une série de chicane garnies de coton de façon à s'épurer complètement et à sortir totalement exempt de vapeur d'huile, si préjudiciable à la conservation des chambres à air. L'appareil ne pèse, complet, que 6 kg 700.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 122, août 1927, page 143.

Le chalumeau

De nouvelles machines à découper les tôles au chalumeau sont à signaler, notamment celle de la *Soudure autogène française* (fig. 22), qui effectue automatiquement le découpage des pièces de 5 millimètres à 300 millimètres d'épaisseur avec une très grande précision.

Sur une lourde base de fondation sont montées une table et une colonne verticale

avec bras portant le gabarit et le chalumeau. Le gabarit est parcouru automatiquement par une molette-guide, faisant partie d'un champ magnétique, qui se colle contre lui et en épouse tous les contours. Le chalumeau est placé dans l'axe de la molette-guide, de sorte que le jet de coupe coïncide avec les mouvements de la molette qu'un moteur électrique fait tourner, par l'intermédiaire d'une boîte de vitesse, sur la tranche du gabarit. Un courant de 220 volts est nécessaire pour l'alimentation du moteur et de l'électro-aimant. Lorsque les réseaux ont des caractéristiques très diffé-

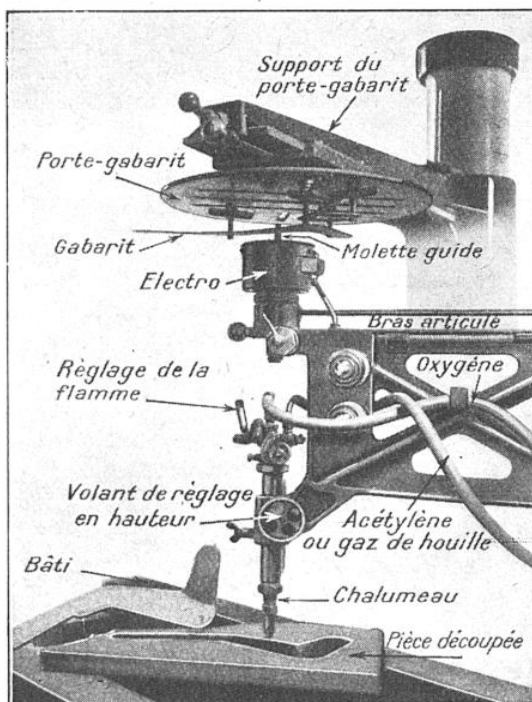


FIG. 22. — NOUVELLE MACHINE A DÉCOUPER LES TUBES « S. A. F. »

rentes, on adjoint à la machine un petit groupe transformateur rotatif comprenant un moteur accouplé à une génératrice de courant continu à 220 volts. Le chalumeau peut effectuer des coupes rectilignes de 2 m 10, en cercle de 1 m 05 de diamètre et en carré de 0 m 90 de côté. La vitesse de coupe varie avec l'épaisseur des pièces et la forme du gabarit. En ligne droite, on peut couper 33 mètres de tôle de 6 millimètres à l'heure et 20 mètres en coupe contournée. Si on travaille sur des tôles de 75 millimètres, les vitesses de coupe sont respectivement de 10 mètres à l'heure en ligne droite et de 6 mètres en coupe contournée.

La même société (S. A. F.) exposait également une machine à souder les tubes (fig. 23)

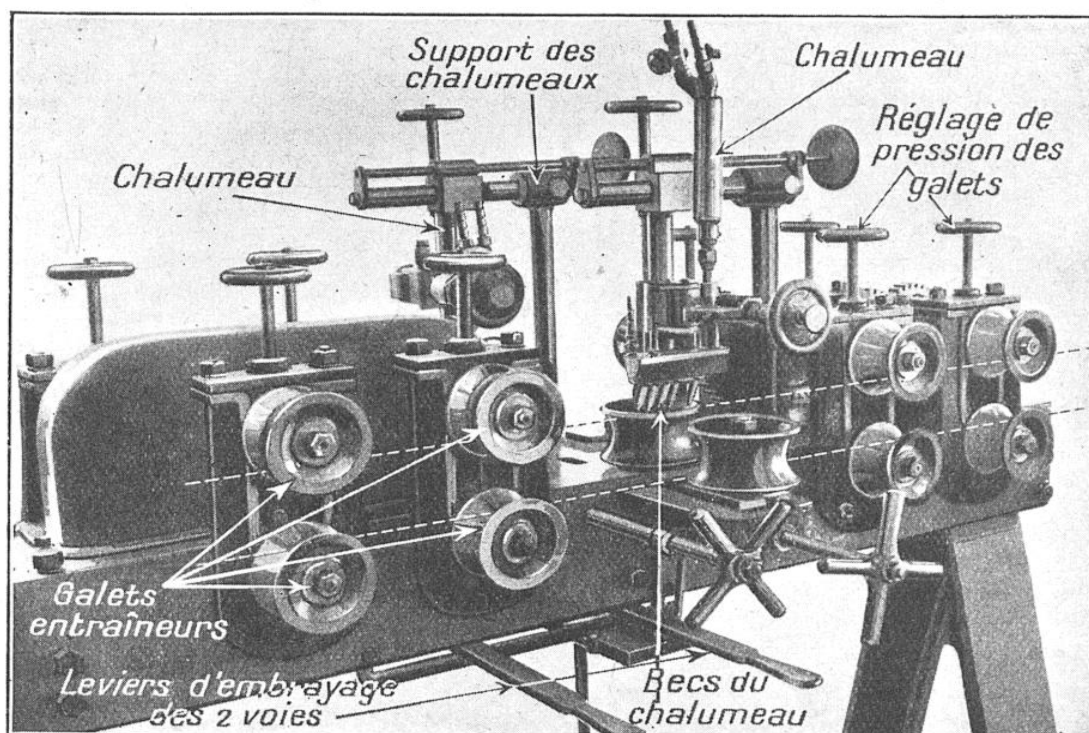


FIG. 23. — MACHINE A SOUDER LES TUBES, A DEUX VOIES, DE LA « S. A. F. »

ayant jusqu'à 4 millimètres et demi d'épaisseur et 70 millimètres de diamètre, à becs multiples et à deux voies de soudage. Cette machine triple la vitesse des anciens chalumeaux et permet d'atteindre un rendement de 80 mètres à l'heure par voie de soudage pour les tubes de cycles de 32-35 millimètres.

Dans le domaine des poids lourds, nous signalerons seulement le système basculeur dit « trois côtés » construit par M. Fernand Genève (fig. 24). Comme dans le basculeur arrière simple « Wood », l'appareil com-

prend un vérin alimenté par une pompe à huile et un système de deux galets roulant sur des rails longitudinaux solidaires du châssis actionnés par la tige du piston du vérin. Ces deux galets peuvent s'engager à force sous deux cames appartenant à la benne et réaliser ainsi le soulèvement de l'avant.

Pour obtenir le basculement de côté, les cames portent une rotule qui parcourt à droite ou à gauche, suivant le côté choisi, une traverse fixée à la carrosserie. La disposition de cette traverse donne le résultat cherché dans l'un

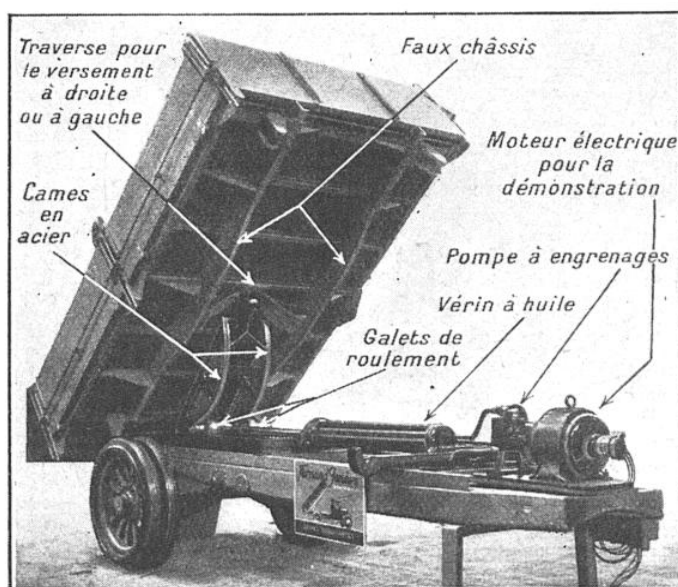


FIG. 24. — SYSTÈME BASCULEUR « FERNAND GENÈVE »

ou l'autre sens. Les manœuvres s'effectuent avec un levier unique, dont les trois positions qu'il est susceptible de prendre, correspondent aux trois positions de basculement de la benne.

Matériel de bureau

Nous avons déjà décrit la machine à calculer le béton armé Rebo (1). Voici un autre appareil, du même fabricant, dont nous donnons la photographie (machine Washington, fig. 25).

En manœuvrant le levier et en relevant simplement les boutons marqués de différentes lettres, on agit sur des cercles concentriques qui modifient les différentes variables.

Celles-ci comportent les charges sur les poutres, dalles, consoles, etc..., ou les moments résultants, les portées, les taux de travaux du fer et du ciment, les moments d'encastrement, les rapports des modules d'élasticité, les largeurs et épaisseurs des hourdis intéressés, les fers en compression, et cela non seulement pour les différentes poutres et dalles, mais aussi pour les réservoirs, consoles, piliers, secteurs de fondation, arcs, etc...

Les résultats se lisent instantanément en ce qui concerne les nombres, diamètres des fers, les hauteurs, largeurs et épaisseurs du béton, c'est-à-dire tous les éléments dont le calcul par toute autre méthode est si fastidieux, dans des

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 122, août 1927.

lucarnes à l'arrière de la machine, invisibles sur notre photographie.

Cette machine, de maniement plus facile et de résultats plus complets que la précédente, permet aux plus petits entrepreneurs de recevoir instantanément les réponses à tous les problèmes qu'ils ont à se poser, sans se livrer à aucun calcul et avec une sécurité absolue. Elle apporte aux techniciens une économie énorme de temps dans leurs calculs.

La construction

Voici enfin, pour terminer, un nouveau mode de construction des plafonds et des planchers. Les plafonds sont faits d'un hourdis inférieur en briques système Minaugoy-Poyet (fig. 26). Ce

sont des briques peu épaisses, creuses, que l'on assemble par panneaux, avec joints en mortier de ciment. Le hourdis supérieur est construit de même, et des briques de champ

limitent l'épaisseur du vide. Le raccordement des panneaux s'effectue avec un mortier de ciment enrobant deux tiges de fer pour constituer les poutres du plafond. On recouvre, enfin, le hourdis supérieur d'une chape en ciment. On constitue de la même manière des

sous-toitures sur lesquelles les tuiles s'accrochent sans aucun support, des faux plafonds placés directement entre les chevrons ou même accrochés à ceux-ci par un système approprié.

R. DONCIÈRES.

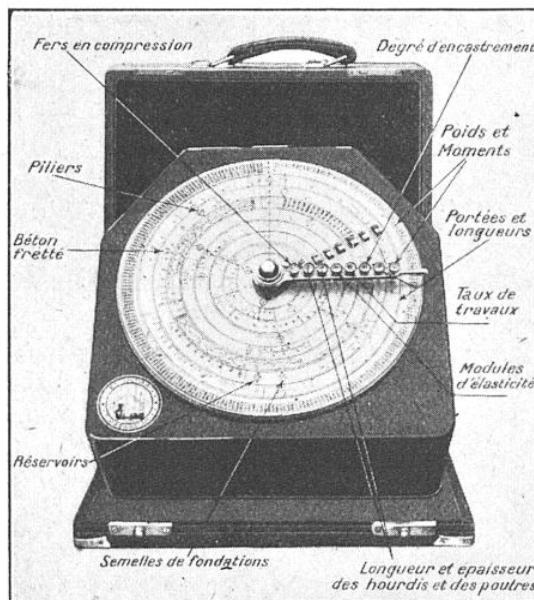


FIG. 25. — LA MACHINE « WASHINGTON »

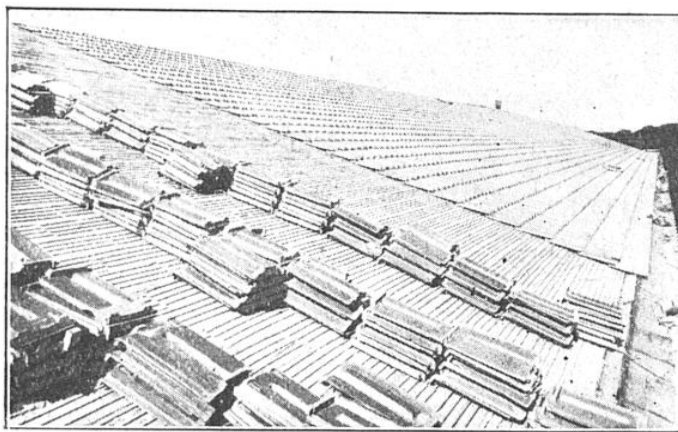


FIG. 26. - SYSTÈME DE COUVERTURE « MINAUGOY-POYET »

COMMENT ON CONTROLE LA RÉSISTANCE DES ALTERNATEURS

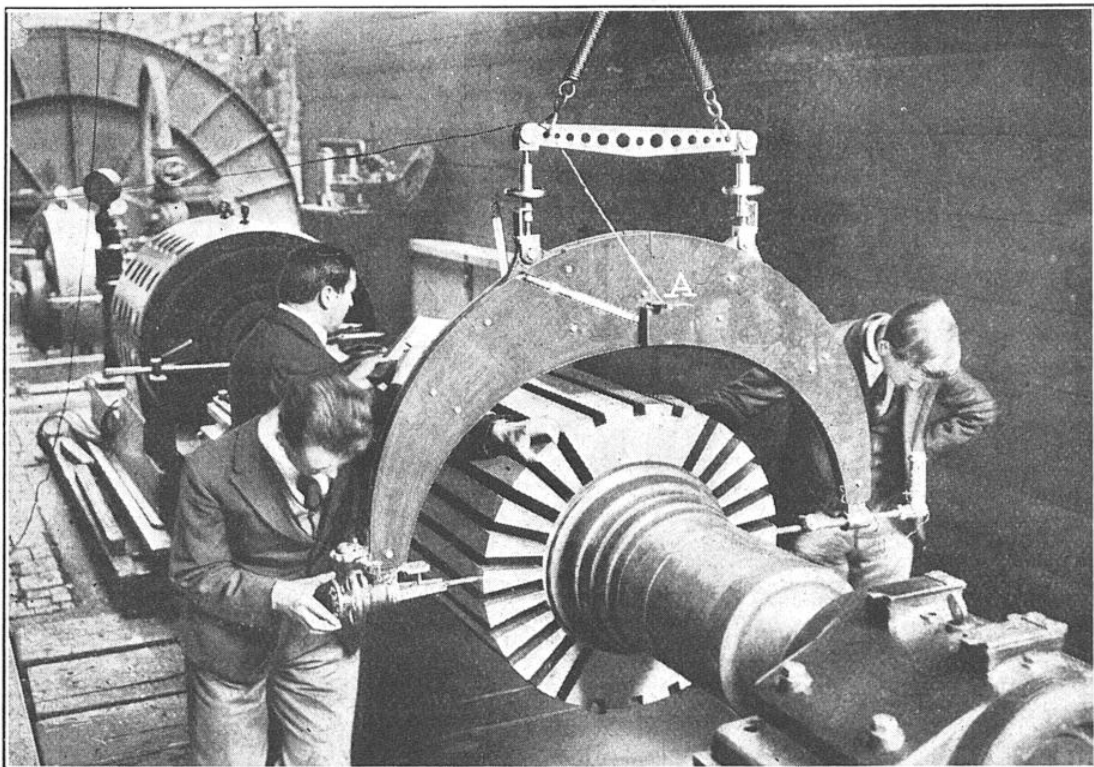
La puissance des alternateurs entraînés par des turbines à vapeur a crû dans de telles proportions, au cours de ces dernières années, que la question de sécurité est passée au tout premier plan des préoccupations des constructeurs. Comme, d'autre part, la vitesse de ces machines est énorme et atteint souvent 3.000 tours par minute, on conçoit à quels essais sévères on doit soumettre leurs parties tournantes (rotors).

En général, pour mettre à l'épreuve une telle machine, on l'installe dans une chambre spéciale aux murs très épais et où on la fait tourner à grande vitesse. Si le rotor n'a pas « explosé », il est considéré comme bon. Cependant, sa structure interne peut avoir souffert de ces essais rigoureux, par suite des efforts énormes subis par la matière.

Voici comment les Ateliers de Construction Oerlikon procèdent pour vérifier le « rotor ». Lorsqu'un rotor est terminé, avec ses rainures, on le fait tourner à différentes vitesses et on mesure, chaque fois, si ses dimensions n'ont pas varié, après que le rotor est revenu à sa température initiale. Par exemple, un rotor destiné à tourner à 3.000 tours sera essayé aux vitesses suivantes : 2.900, 3.200, 3.400, 3.600 et 3.750 tours.

On utilise alors l'instrument *A* représenté ci-dessous, qui permet de mesurer différents diamètres avec une précision de 1/1.000^e de millimètre.

Le moindre allongement ainsi décelé est l'indice d'un défaut dans la structure moléculaire du métal, et la pièce est refusée.



APRÈS AVOIR ENTRAÎNÉ LE ROTOR A DES VITESSES DE 2.900 A 3.750 TOURS PAR MINUTE (POUR UNE VITESSE NORMALE DE 3.000 T. M.), ON VÉRIFIE SES DIFFÉRENTS DIAMÈTRES AU MILLIÈME DE MILLIMÈTRE, CAR TOUT ALLONGEMENT DÉCELE UN DÉFAUT ET LE ROTOR EST REFUSÉ

LA T. S. F. EN VOYAGE

Voici l'époque des déplacements, et nombreux sont les automobilistes et les voyageurs qui cherchent à emporter avec eux le maximum de confort. Or, il est indiscutable que la T. S. F. fait aujourd'hui partie intégrante de ce confort. Par ailleurs, les progrès de la technique ont permis aux constructeurs d'établir des postes de plus en plus puissants sous des volumes de plus en plus réduits. Le problème semble donc résolu et, en fait, il vient de

Mais la partie la plus intéressante est certainement le cadre de l'appareil. Plus de cadre pliant. Il est logé dans le couvercle de la valise et est protégé par une gaine en maroquinerie. On peut l'utiliser de trois façons différentes :

La plus simple est de poser la valise à plat et de soulever le couvercle verticalement. Une tringle maintient ce couvercle dans cette position, faisant un angle droit avec le panneau du poste. L'orientation du cadre



l'être à nouveau par les Etablissements Radio-L. L., grâce à leur nouveau modèle de poste-valise, le « Super-Rallye ».

L'appareil est du type bien connu et apprécié du superhétérodyne 7 lampes. Il est logé, avec tous ses accessoires : piles, accumulateurs, cadre, haut-parleur, dans une élégante valise en maroquinerie.

C'est ainsi que la batterie d'accumulateurs est à liquide solidifié, tout comme dans les piles dites « sèches ». D'un fonctionnement parfait, elle peut être rechargée comme une batterie ordinaire. Les piles, élément capital pour l'alimentation du poste, ont été particulièrement choisies au point de vue durée et solidité. Le haut-parleur est un « Célestion » spécialement adapté au « Super-Rallye » et donne des résultats remarquables.

est obtenue en faisant tourner la valise.

On peut aussi, la valise ouverte étant posée verticalement, ouvrir complètement le couvercle. Les contacts sont alors assurés par deux petites fiches. L'orientation se fait comme ci-dessus.

Enfin, on peut retirer le cadre du couvercle et le monter debout sur la valise. Il peut alors pivoter isolément. A cet effet, le cadre possède deux petits pistons à ressorts destinés à assurer le contact avec le poste par l'intermédiaire d'une rondelle à deux couronnes, que l'on fixe au préalable sur le dessus de la valise, à l'emplacement prévu à cet effet. Lorsque l'on fait tourner le cadre autour de son axe, les pistons, frottant chacun sur une des couronnes de la rondelle, assurent une liaison parfaite avec le poste.

L'ÉLECTRICITÉ A LA CAMPAGNE

Par A. CAPUTO

LES solutions qui interviennent dans l'industrie automobile peuvent être réalisées pour d'autres usages d'une application pratique et susceptibles d'intéresser tous les lecteurs.

Celle-ci est du domaine des groupes électrogènes, qui se répandent de plus en plus, pour les usages domestiques, tant à la ville qu'à la campagne. On sait qu'avec une dynamo de type courant, le voltage croît avec la vitesse de rotation. C'est ainsi que sur les véhicules de chemins de fer, dont les allures sont forcément inégales par suite des augmentations de vitesse ou des ralentissements dans la marche, les dynamos d'éclairage actionnées par les essieux des wagons sont munies d'un système de régulation, destiné à maintenir aussi constant que possible le voltage qui alimente les lampes.

Dans le système dénommé E. V. R., actuellement en service sur les voitures des grands réseaux français et étrangers, cette tension constante est obtenue au moyen d'un régulateur électromagnétique, dont l'action se manifeste avec une telle précision que la batterie d'accumulateurs, désignée sous le nom de batterie-tampon, peut être supprimée sans inconvénient.

La Société E. V. R., se basant sur le même principe que ce dispositif dont elle est le cons-

tructeur, a eu l'idée d'appliquer le régulateur électromagnétique aux groupes électrogènes fixes et à l'équipement électrique des automobiles. L'un de ses services, l'E. H. R., va précisément exploiter ce régulateur pour répandre son emploi dans l'industrie des dynamos d'éclairage destinées à alimenter les fermes, les villas, les petits ateliers, en un mot, toutes les habitations rurales et urbaines qui ne sont pas alimentées par un secteur.

Dans cet ordre d'idées, les petits moteurs à explosion, de 2 à 5 ch, que l'on utilise de préférence pour l'entraînement des machines opératrices de la ferme, telles que : coupe-racines, hache-paille, brise-tourteaux, pompe à eau, baratte, scie à bois, etc... sont

ordinairement placés sur une brouette (1) qui permet leur déplacement aisé jusqu'à la machine qui est ainsi actionnée par ce moteur portatif.

On sait que, dans le groupe électrogène de type courant, le moteur est fixe et sa puissance exactement calculée pour l'entraînement de la dynamo. Un régulateur centrifuge maintient, dans ce but, la vitesse de rotation aussi constante que possible, afin d'éviter, avant tout, les grands écarts de voltage qui seraient nuisibles au bon fonctionnement du système. C'est pour cette rai-

son, du reste, que l'on adjoint à ce dispositif une batterie-tampon d'accumulateurs.

Dans un tel dispositif, le moteur est fixe et ne peut pas se rapprocher des

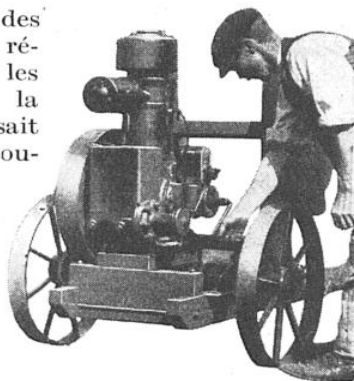


FIG. 1. — LE MOTEUR PORTATIF A LA FERME

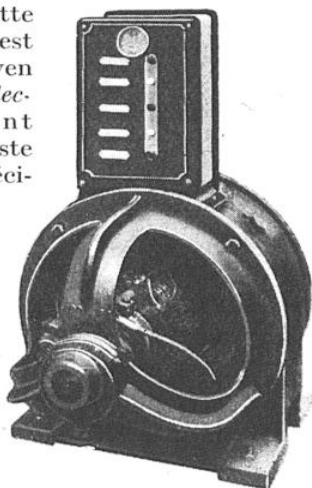
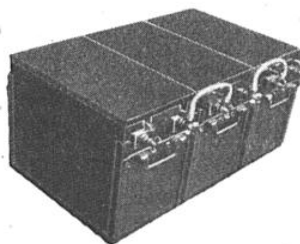


FIG. 2. — LA DYNAMO ET SON RÉGULATEUR E. H. R. PLACÉ DANS UN COFFRET

A droite, la batterie d'accumulateurs de 12 éléments.



(1) V. La Science et la Vie, n° 119, page 434.

machines qu'il s'agit d'actionner. Au contraire, avec le régulateur E. H. R., un moteur quelconque peut servir à l'entraînement de la dynamo sans répondre à des conditions déterminées à l'avance.

On voit immédiatement que, muni d'un tel régulateur, un moteur portatif peut se déplacer sans modifier le dispositif d'ensemble. Sur un tableau de petites dimensions, fixé sur la dynamo, sont disposés, à cet effet, le régulateur électromagnétique, le contacteur de démarrage, l'interrupteur d'éclairage et d'extinction.

Une simple courroie, reliant le moteur à essence à la dynamo génératrice, suffit pour obtenir la lumière.

Dans le cas où le moteur à explosion serait trop puissant par rapport à la dynamo entraînée, on réduira la vitesse afin de diminuer la consommation de carburants, en diminuant, bien entendu, l'admission des gaz.

Une fois ce réglage obtenu, il n'y a pas lieu de se préoccuper des variations de vitesse grâce au dispositif du régulateur électromagnétique. Aucune surveillance n'est nécessaire et l'ensemble fonctionne automatiquement.

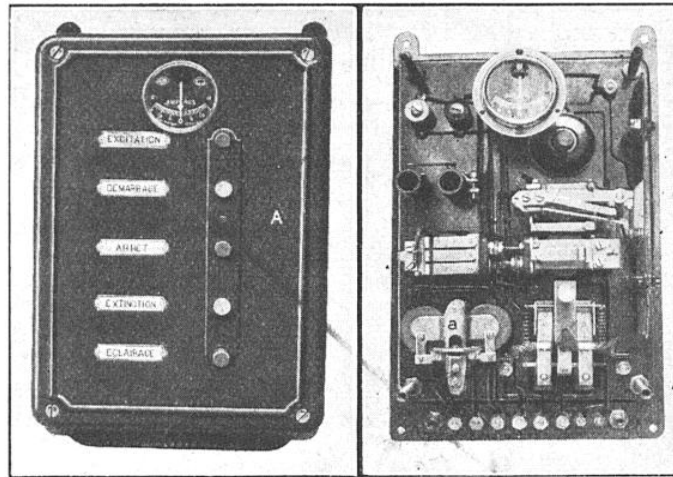


FIG. 3. — LE TABLEAU, VUES EXTÉRIEURE ET INTÉRIEURE
A, régulateur E. H. R.

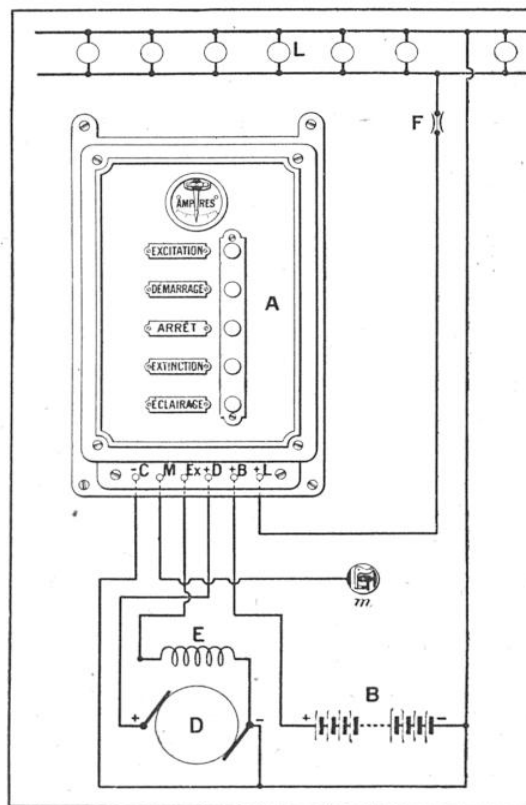


FIG. 4. — SCHÉMA DE L'INSTALLATION
A, tableau ; B, accumulateurs ; D, dynamo ; L, lampes ; m, contact d'arrêt du moteur qui agit quand la batterie est chargée.

Un tel système ne rend plus obligatoire la présence d'une batterie d'accumulateurs ; celle-ci ne constitue, en effet, qu'une réserve d'énergie supplémentaire, permettant d'assurer la production de la lumière, sans mettre le groupe électrogène en marche.

D'ailleurs, cette batterie n'ayant qu'une tension de 24 volts égale à celle de la dynamo, un groupe de 12 éléments est suffisant et, par conséquent, peu coûteux pour l'achat et peu encombrant pour l'installation.

Le régulateur E. H. R. limite, d'ailleurs, automatiquement la charge (c'est l'un de ses rôles essentiels) et l'électrolyte de la batterie d'accumulateurs n'est pas ainsi exposé à des bouillonnements nuisibles pour sa conservation.

Cette simple description met clairement en évidence les avantages d'un tel dispositif utilisant les moteurs domestiques de 2 à 5 ch, dont l'emploi se répand de plus en plus à travers nos campagnes, puisque déjà plus de 200.000 d'entre eux sont actuellement en usage et rendent à leurs propriétaires des services appréciés pour les travaux les plus divers.

A. CAPUTO.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

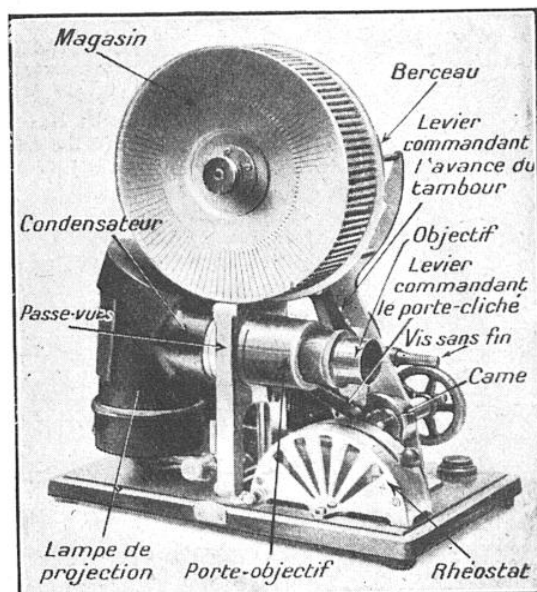
INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

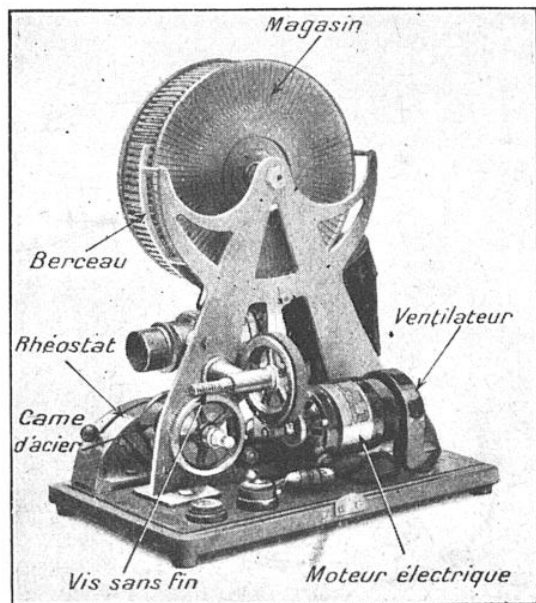
Un appareil automatique de projection lumineuse

CET appareil prend place entre l'appareil de projection ordinaire et le cinéma. Comme le premier, il utilise des clichés positifs sur verre, séparés, et, comme dans le second, la projection s'effectue automatiquement sous la commande d'un moteur électrique. Les positifs s'engagent dans des porte-plaques rassemblés dans un magasin en forme de tambour, qui en contient cent du format 4×4 . Un moteur universel de $1/25^e$ de ch commande, par vis sans fin, une came d'acier portant deux ergots. L'un de ces ergots actionne un levier qui fait monter, l'un après l'autre, les porte-clichés et les retient, pendant leur descente, dans le passe-vues placé entre le condensateur et le porte-objectif. Le second ergot agit sur un autre levier terminé par un cliquet s'engageant dans une roue dentée solidaire du tambour et fait avancer celui-ci d'une division.

Pour empêcher les vues de tomber pen-



PHOTOGRAPHIE DE L'APPAREIL MONTRANT LE PASSE-VUES ET LE DISPOSITIF DE PROJECTION



L'APPAREIL DE PROJECTION LUMINEUSE VU DU COTÉ DU MOTEUR

dant la rotation du tambour, un berceau entoure ce dernier sur la moitié inférieure de son pourtour ; mais il est sectionné à la base par un trait de scie, dont l'épaisseur est calculée pour laisser tomber un porte-vue. Celui-ci descend donc, par son propre poids, sur le levier qui le remontera ensuite, et vient se placer convenablement centré dans le passe-vues.

Il reste là pendant les quinze ou vingt secondes que dure la projection. Le levier, qui l'a accompagné pendant sa descente, le remonte dans son logement du magasin et le second levier faisant avancer le tambour, le cliché suivant tombe à son tour dans le passe-vues.

Comme la rotation du tambour est automatique, tous les clichés viennent se placer les uns à la suite des autres dans l'appareil de projection pourvu d'un miroir argenté.

Il est possible de prolonger la durée de chaque projection en réduisant la vitesse du moteur par l'intervention du rhéostat et on peut même, grâce à une minuterie, arrêter et reprendre les projections à des intervalles

de temps plus ou moins rapprochés. En changeant l'objectif, les projections peuvent être réalisées à des formats très différents.

Cet appareil convient parfaitement pour la propagande et la publicité. Il permet aux industriels de présenter leurs produits de fabrication ; aux maisons de commerce, aux cinémas et aux théâtres, de montrer les scènes principales des pièces représentées ; aux compagnies de navigation et de chemin de fer, de faire défiler des vues de paysages ou de matériel, etc., etc...

Un jouet scientifique et amusant

LES visiteurs de la Foire de Paris ont certainement remarqué un bassin dans lequel évoluaient avec une parfaite aisance plusieurs petites embarcations pilotées par des rameurs. Ces bateaux allaient, soit tout droit, soit en décrivant des cercles, soit en partant d'un point pour y revenir, après avoir traversé le bassin, et cela sans que personne n'intervienne pour modifier la position du gouvernail. La photographie ci-



VUE D'ENSEMBLE DU « MICRORAMEUR »

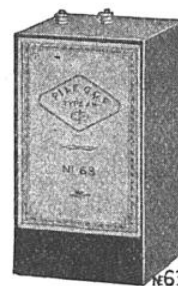
dessus représente ce petit jouet fort amusant, et dont la manipulation est très aisée.

Après avoir placé les rames dans les porte-rames et dans les mains du rameur, on introduit la manivelle dans le trou marqué « remontoir », et on remonte à fond le ressort qui actionne le rameur.

Cela fait, on « indique » l'itinéraire à suivre par le bateau, au moyen d'une manette spéciale. Si le trajet est rectiligne (le bateau peut alors faire une traversée allant au maximum jusqu'à 150 mètres), on place le gouvernail dans l'axe du bateau. Pour lui faire décrire un cercle, on incline plus ou moins le gouvernail, tout cela est évident. Mais l'on peut, au moyen de la manette placée sur le bateau, imposer à celui-ci un itinéraire plus compliqué ; par exemple, partir du bord d'un bassin, s'en éloigner de 5 mètres, tourner à gauche, et suivre à 5 mètres du bord pendant 35 mètres, enfin, retourner à gauche pour revenir au bord. Ou encore partir d'un bord, effectuer 40 mètres, virer et revenir au point de départ. Ajoutons que la vitesse du rameur est réglable.

Une pile sèche à dépolarisation automatique

LA dépolarisation des piles est bien connue de nos lecteurs. Elle consiste à oxyder l'hydrogène qui se forme sur l'électrode positive (le charbon) pendant le fonctionnement de la pile. Ce résultat est généralement obtenu grâce à la présence d'un corps oxydant, le bioxyde de manganèse. On sait aussi que de grands progrès ont été réalisés et que, depuis plusieurs années, on a réussi à utiliser, dans les piles humides, l'oxygène de l'air pour oxyder cet hydrogène (Piles Féry, *La Science et la Vie*, n° 55, page 357). Mais voici que l'on vient de créer une pile sèche également à dépolarisation par



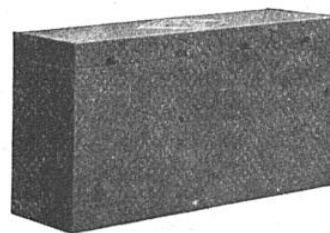
PILE G. G. P.,
TYPE AR : 1 V. 4,
200 A. H.

l'air, et présentant, par conséquent, toutes les qualités de la pile humide basée sur le même principe. Cette pile (G. G. P., type AR) se compose d'un vase étanche en matière incassable contenant un zinc épousant intérieurement la forme de ses parois verticales ; une solution de chlorhydrate d'ammoniaque immobilisée ; enfin, au centre, une électrode positive en charbon, constituée de la façon suivante :

Un tube de charbon aggloméré, dont les parois sont perméables aux gaz et imperméables aux liquides, est fermé à sa partie inférieure et ouvert à sa partie supérieure. Ce tube est entouré d'une couche de charbon absorbant spécial, qui sert de surface de contact pour la dépolarisation.

Le mode de fonctionnement de l'élément ainsi réalisé est le suivant :

Chacun des grains constituant la couche de charbon absorbant est pourvu de canaux capillaires qui absorbent du liquide emprunté à l'électrolyte immobilisé avec lequel ils se trouvent en contact, soit directement, soit de proche en proche. D'autre part, l'air qui emplit l'intérieur du tube de charbon pénètre par les pores de ce dernier pour arriver au contact du charbon absorbant et se dissoudre dans l'électrolyte contenu dans les canaux capillaires de ce charbon spécial,



BATTERIE G. G. P., TYPE AR
POUR T. S. F. : 4 VOLTS,
800 HEURES D'ÉCOUTE SUR
8 LAMPES

jusqu'à saturation complète.

Lorsque l'on réunit les bornes de la pile sur une résistance extérieure dans laquelle elle débite, on sait qu'il se forme sur l'électrode positive de l'hydrogène qui, si aucun dispositif n'intervient pour le détruire, provoque le phénomène de polarisation. Mais cet hydrogène arrive sur une surface saturée d'oxygène et se combine à ce dernier. La dépoliarisation est ainsi assurée.

Au cours du fonctionnement de la pile, l'oxygène de l'air dissous dans l'électrolyte contenu dans les canaux capillaires du charbon absorbant, entre donc en réaction pour assurer la dépoliarisation. Mais il s'en redissout au fur et à mesure et le dispositif, décrit ci-dessus, permettant un accès rapide à cet air assure une dépoliarisation très énergique.

Cette pile présente un certain nombre de caractéristiques intéressantes : force électromotrice pratiquement constante ; usure nulle et régénération en circuit ouvert ; grande capacité pour un volume et un débit donnés (la capacité ne dépend que du volume de l'électrolyte) ; légèreté (qualité précieuse pour l'usage de ces piles avec des appareils portatifs).

Elle peut être employée dans toutes les applications où l'on a coutume d'employer des piles sèches (signaux, relais, téléphones, sonneries, pendules électriques, etc...).

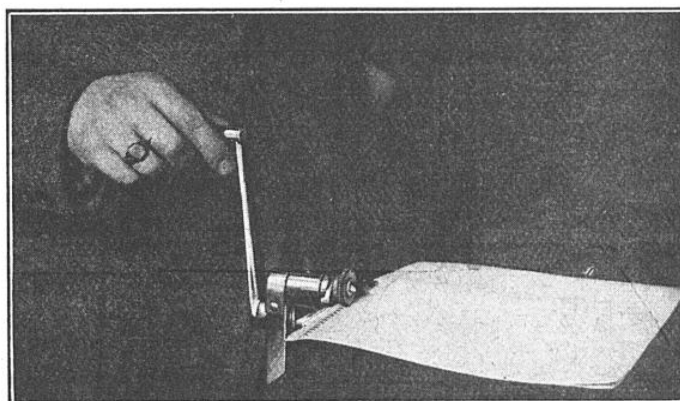
Pour la T. S. F., des batteries spéciales de tension-plaque et de chauffage peuvent alimenter des postes jusqu'à dix lampes et assurer huit cents heures d'écoute.

Une machine pratique pour relier les papiers

CERCHER une épingle, une agrafe ou de la colle, telles sont les opérations exécutées couramment pour réunir ensemble les divers papiers d'un même dossier. C'est là un procédé qui devait faire place à une méthode moderne, sûre et rapide, car, d'une part, toute perte de temps doit être évitée, et, d'autre part, il est nécessaire que l'on puisse feuilleter facilement un dossier sans avoir à détacher les feuilles ou sans risquer de les voir se détacher d'elles-mêmes.

C'est pourquoi la machine « Clusor » a été inventée.

Cette machine est, au point de vue mécanique, une machine d'une belle construction, élégante, robuste, durable. Sa couche extérieure de nickel poli la protège contre l'oxydation. Elle ne contient pas de pièces délicates susceptibles de s'user ou de se dérégler.



PRIS ENTRE DEUX MOLLETTES D'ACIER CHROMÉ, LES PAPIERS SONT GROUPÉS ET SOLIDEMENT RELIÉS PAR CETTE MACHINE

Son principe est des plus simples : l'écrasement du papier entre deux molettes d'acier chromé produit un gaufrage qui relie, d'une manière indéfectible, les feuillets soumis à cette pression. La reliure ainsi obtenue est propre, simple et permanente. Au lieu de la déchirure habituelle ou de la cassure inélégante à la partie agrafée, cette reliure maintient fermement sur tout le bord les papiers, mêmes les plus minces.

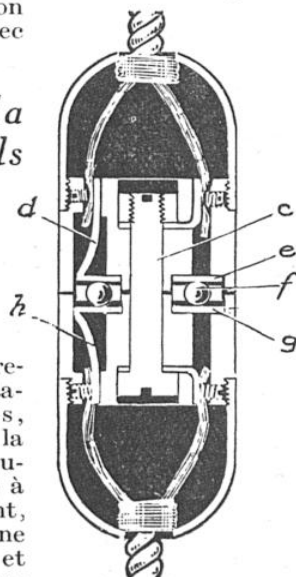
Les pièces jointes aux lettres se trouvent toujours à la place qui convient, les courriers ainsi disposés donnent toujours une impression d'ordre et de propreté.

Ajoutons que l'entretien de la machine « Clusor » est insignifiant, et qu'elle ne nécessite aucun approvisionnement.

Elle se nettoie avec la même brosse qu'une machine à écrire. Son graissage se fait avec la même huile.

Pour éviter la torsion des fils électriques

IL arrive, constamment, que les manipulations répétées de certains appareils électriques (fers à repasser, lampes portatives, téléphones, etc...) provoquent la torsion des fils souples qui les relient à la prise de courant, occasionnant ainsi une gêne pour l'utilisateur et même un danger, par suite de l'usure pré-



LE « ROTOCONTACT »

maturée de l'isolant qui peut en résulter.

C'est pour éviter cet ennui qu'a été imaginé l'appareil représenté en coupe sur le dessin page 171. Cet appareil permet, en effet, de relier entre eux deux fils électriques à un ou plusieurs conducteurs chacun, tout en autorisant un mouvement de rotation d'un fil par rapport à l'autre. Dans ce mouvement, les conducteurs de même pôle de chaque fil restent constamment maintenus en contact, quelle que soit l'amplitude du mouvement.

Voici comment est constitué cet ingénieux appareil. Deux cylindres, formant boîtier en matière isolante, tournent, par le moyen d'un roulement à billes, autour d'un axe métallique *C*. Ainsi le cylindre inférieur peut tourner, tandis que le cylindre supérieur reste fixe. Supposons que nous nous trouvions en présence de courant continu, afin de faciliter les explications. Le pôle négatif, par exemple, est relié, par la tige de contact *d*, par le disque de contact *e*, par la bille *f*, le disque *g* et la tige *h*, à un conducteur du fil d'utilisation. Le pôle positif est réuni à l'autre fil par l'axe métallique.

Donc, quel que soit le mouvement de rotation du cylindre, les fils de même polarité restent toujours en contact. Il est évident aussi que tout tortillement des fils est ainsi évité.

Montages pour remorques d'automobiles

ON a remarqué, au dernier Salon de l'Automobile de Paris, l'exposition de montages permettant à un carrossier, à un charron, voire même à un simple particulier, d'établir, lui-même, la remorque dont il a besoin.

Les Etablissements Durand ont pensé qu'une remorque était un instrument de travail et non un outil de précision; c'est pourquoi, leur but a été surtout de faire quelque chose de simple.

C'est ainsi qu'elle utilise, au lieu de roulements à billes ou à galets, genre américain, des rouleaux cylindriques en acier Stub, non maintenus dans des cages et placés directement sur la fusée de l'essieu et à l'intérieur du moyeu, tous deux cylindriques. L'essieu et les moyeux (ces derniers pris dans la masse) sont en acier demi-dur, 65 kilogrammes de résistance. La friction produite par le roulement des galets lisse le métal de la fusée et du moyeu, et produit ainsi le même effet que le métal anti-



MONTAGE DE L'ESSIEU DE LA REMORQUE

friction dans les coussinets; l'usure est donc nulle. Les moyeux étant pourvus de graisseurs Técalémit, il suffit de mettre de temps en temps de la graisse consistante, de bonne qualité, pour permettre aux rouleaux de tourner très facilement. Les galets sont maintenus, en bout d'essieu, par une rondelle en acier cémenté.

Pour permettre de monter des caisses de largeurs différentes, les essieux sont droits, et les supports de ressorts, c'est-à-dire les faux patins (en acier coulé) sont réglables. A cet effet, ils sont maintenus par un boulon de serrage, se plaçant à l'écartement voulu.

L'essieu droit étant sans carrossage, on peut placer les ressorts au-dessous ou au-dessus de lui, afin d'obtenir un véhicule dont le plateau est plus ou moins rapproché du sol.

Pour bien éplucher les légumes

TOUT le monde connaît les couteaux spéciaux qui permettent d'éplucher les légumes quasi automatiquement, en ne faisant que de minces épluchures et, par conséquent, avec le maximum d'économie et de rapidité. Ces couteaux se composent d'une lame et d'une partie métallique qui empêche celle-ci de pénétrer trop avant dans le légume à éplucher.

M. Carré-Giot a imaginé un système s'adaptant sur n'importe quel couteau. C'est un simple fil d'acier recourbé à ses deux extrémités et qui se place sur la lame, comme le montre la figure. N'importe qui peut alors, les yeux fermés, éplucher une pomme de terre, une carotte, en enlevant le minimum d'épluchure.

V. RUBOR.



LE GUIDE CÉGÉ

Adresses utiles

pour les « A côté de la Science »

Publicité lumineuse : M. BRANGER, 5, rue Cambon, Paris (1^{er}).

L'Autorameur : SOCIÉTÉ DE PETITE MÉCANIQUE INDUSTRIELLE, 127, route de la Révolte, Levallois (Seine).

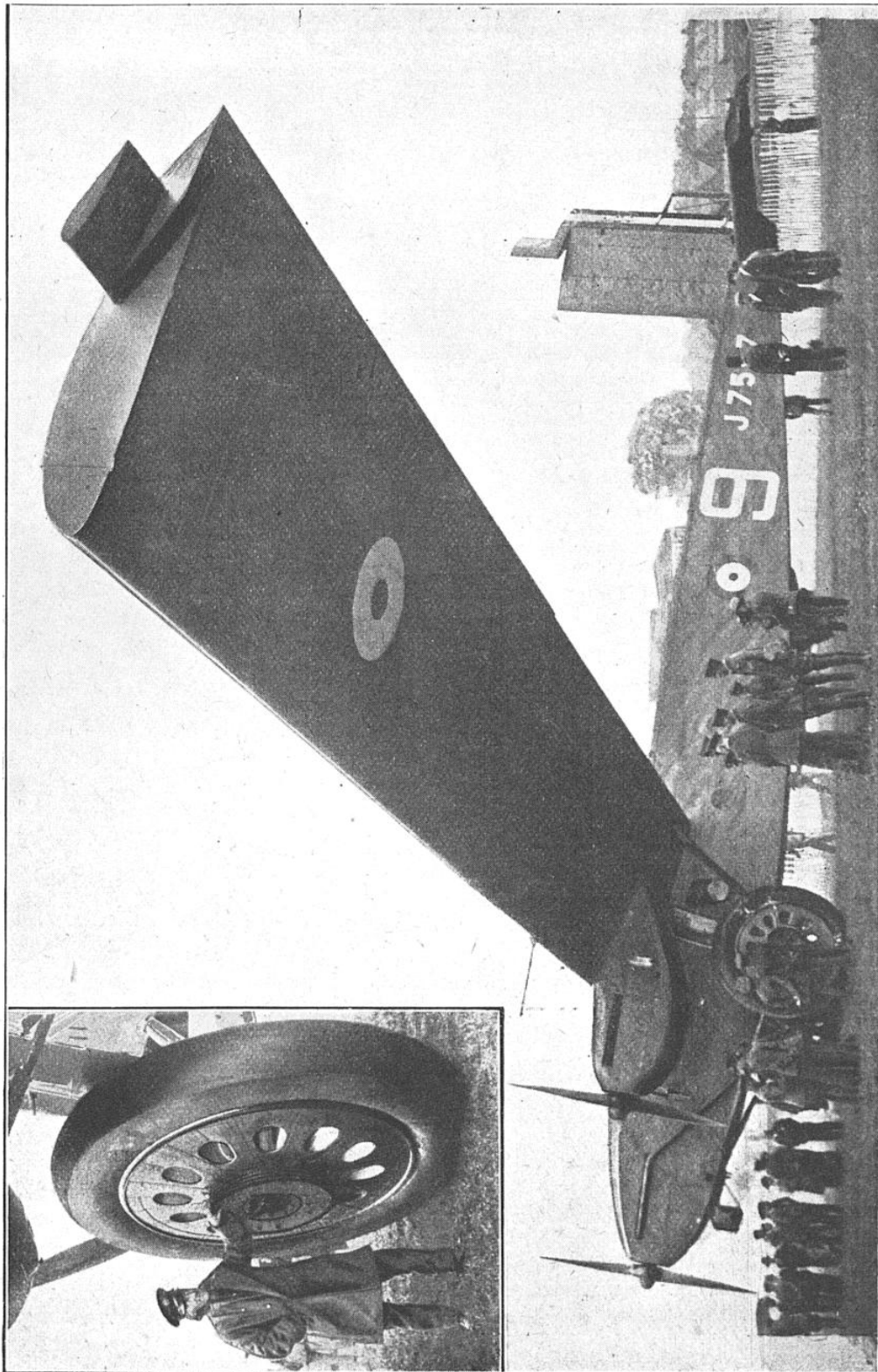
Pile sèche G. G. P. : ETABLISSEMENTS GAIFFE - GALLOT ET PILON, 23, rue Casimir-Perier, Paris (7^e).

Machine Clusor : PAPETERIES DE LA MARNE, 24, rue Louis-Blanc, Paris (10^e).

Roto-contact : M. F. PÉRIGAUD, 16, rue de Vendenheim, Strasbourg.

Remorques d'automobiles : M. ÉMILE DURAND, 23 et 25, avenue Georges-Clemenceau, Nanterre (Seine).

Guide Cégé : M. CARRÉ-GIOT, 3, rue du Marché, Avize (Marne).



LE PLUS GRAND AVION DU MONDE VIENT D'ÊTRE CONSTRUIT EN ANGLETERRE

Le nouveau monoplane Beardmore Inflexible, d'une envergure de 57 mètres, comporte trois moteurs Rolls Royce, de 700 ch chacun, et pèse environ vingt tonnes. Pour donner une idée des dimensions colossales de cet appareil, la roue d'atterrissage, qui figure dans le carton de gauche de la photographie, mesure 2 m 70.

A TRAVERS LES REVUES

CHEMINS DE FER

SUPPRESSION DE LA COURROIE DANS L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DES VÉHICULES SUR RAILS.

On sait qu'actuellement les voitures de chemins de fer sont généralement éclairées électriquement par une dynamo entraînée au moyen d'une courroie posée sur un essieu de la voiture et conjuguée avec une batterie d'accumulateurs. Or, l'emploi de la courroie a montré certains inconvénients à l'usage. Les courroies tombent assez facilement et on compte environ quatre courroies par an et par voiture. C'est par conséquent un entretien assez onéreux.

On a donc cherché à se débarrasser de la courroie et, dans cet article, est décrit un dispositif d'entraînement de la dynamo comportant : un carter, contenant des engrenages coniques, monté sur la fusée de derrière ; un système de transmission pour arbres avec dispositif spécial destiné à compenser les mouvements relatifs de la dynamo, suspendue au châssis de la voiture, et de la fusée, non suspendue ; un dispositif de sécurité placé entre la transmission et la dynamo.

Les essais, poursuivis depuis deux ans à la Compagnie de l'Est sur les voitures d'express ont été très encourageants.

« *Les Chemins de fer et les Tramways* » (9^e année, n° 6).

COLONIES

ÉTUDE SOMMAIRE DE LA MAISON COLONIALE RATIONNELLE, par *Henri Her*.

Parmi les conditions de vie plus ou moins inéductibles, la température et l'état hygrométrique de l'air ambiant sont celles contre lesquelles on ne peut absolument rien au dehors. Mais ne peut-on pas, au contraire, prévoir une habitation où, grâce aux progrès de la technique du froid industriel, on puisse modifier à son gré ces deux conditions ? L'auteur de cet article montre précisément comment on peut envisager l'habitation coloniale rationnelle : cloisons à deux parois entre lesquelles circule un air venant d'un épurateur réfrigérant et se déversant par le haut dans la pièce et des grilles situées vers le bas ramènent l'air sortant vers le ventilateur ; une turbine aérienne de 4 à 10 ch, actionnant un ventilateur, une pompe à vide, une pompe à eau, permet d'avoir de l'air frais, pur et sec.

« *L'Outillage colonial* » (n° 26).

COLONIES

LES GISEMENTS D'ÉTAIN DE L'INDOCHINE, par *A. Bordeaux*.

Les gisements d'étain de l'Indochine sont les plus considérables du monde entier.

L'auteur étudie successivement, dans cette étude les divers gisements de notre belle colonie.

Il montre comment l'industrie de l'extraction de l'étain s'est peu à peu modernisée. Cependant, la consommation de l'étain dans le monde a diminué de 1925 à 1926. Elle est toutefois beaucoup plus importante qu'avant la guerre et les États-Unis, par exemple, ont acheté 78.050 tonnes d'étain en 1926 contre 45.448 tonnes en 1913. La production mondiale semble rester stationnaire et seul un effort sérieux en Indochine doit pouvoir activer cette production.

« *Usines, Carrières, Grandes Entreprises* » (n° 67).

CONSTRUCTION MÉCANIQUE

LES DISTRIBUTEURS, RÉDUCTEURS ET MULTIPLICATEURS POUR PRESSES ET MACHINES HYDRAULIQUES, par *A. Lambrette*.

La sécurité de fonctionnement, la facilité de conduite et le rendement des presses et machines hydrauliques dépendent en grande partie de la distribution sous pression de l'eau d'alimentation de ces appareils. Aussi, les détails d'installation de tout matériel hydraulique doivent-ils être étudiés avec le plus grand soin.

Dans cet article, M. Lambrette examine les différents types d'appareils servant à la distribution d'eau sous pression : distributeurs proprement dits, raccords de tuyauterie, joints de dilatation et rotules pour tuyaux articulés, soupapes de sûreté, reniflards et soupapes de réduction, et enfin les régulateurs de débit, les réducteurs et les multiplicateurs de pression.

A ce matériel, il faut ajouter les appareils accessoires des accumulateurs. Ces appareils ont été décrits, d'une façon très détaillée, dans *La Technique Moderne* (Tome XIX, n° 16).

Pour chacun des appareils étudiés, l'auteur indique les avantages et les inconvénients, ainsi que les règles à suivre pour leur calcul et leur construction ; il expose enfin les considérations qui doivent guider le technicien dans le choix de l'un ou l'autre des types énumérés.

« *La Technique moderne* » (tome XX, n° 12).

A NOS LECTEURS

L'installation du frein automatique sur les trains de marchandises vient d'être adoptée par le ministère des Travaux publics. Nous renvoyons nos lecteurs, à cette occasion, à l'article fort bien documenté de M. Netter sur : « Les progrès effectués depuis dix ans sur les chemins de fer », paru dans le n° 113 de *La Science et la Vie*, page 347.

A propos de l'article sur les constructions rapides (1)

Nous tenons à rectifier quelques détails techniques qui pourraient donner lieu à une interprétation erronée :

Il est parlé, à diverses reprises, de « fermes verticales ». C'est le mot « poteaux » qu'il faut lire, une ferme étant un assemblage de pièces supportant les « pannes » et les « chevrons » destinés à recevoir la toiture.

Page 69, deuxième colonne : il n'y a pas de pierres contre les panneaux en béton armé, mais une surface en pierre reconstituée faisant corps avec les panneaux proprement dits.

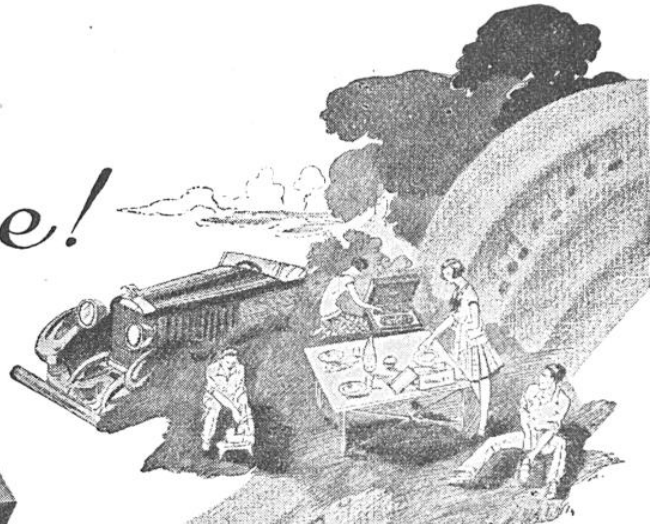
Dans la légende de la page 64 : les revêtements en fibre de canne à sucre (Célotex) ne reçoivent pas de dalles de béton et suffisent à elles seules pour protéger l'immeuble.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 133, page 64.

Le Gérant : Lucien Josse.

Paris. — Imp. HÉMER, 18, rue d'Enghien.

**VOYAGES
CAMPING
VACANCES**
en Musique!



Voici l'appareil de T. S. F. idéal pour vos vacances ou vos déplacements.

Le poste complet, avec tous ses accessoires (pile, accus à liquide solidifié, haut-parleur "Célestin", cadre), est logé dans une robuste et élégante valise portative. Le récepteur est du type "Superhétérodyne" Radio-L. L. 7 lampes. C'est dire qu'il est extrêmement sélectif, sensible et puissant.

Demandez franco la notice spéciale sur le

Super-Rallye 1928

PALMARÈS DU SUPER-RALLYE "RADIO-L. L." :

**1^{er}
Prix**

- au Radio-Rallye Automobile de l'Ile-de-France, en 1927
Gagnant de l'épreuve : M. Louis COTTÉ, 1^{er} sur 67 concurrents
- au Radio-Rallye Autom. d'Antibes-Juan-les-Pins, 19 fév. 1928
Gagnante de l'épreuve : M^{me} COUTANCEAU, de Monte-Carlo
- au Radio-Rallye Avion et Automobile d'Alger, 19 fév. 1928
Gagnant de l'épreuve : M. BELLE, 1^{er} sur 25 concurrents
- au Radio-Rallye Automobile de Nîmes... .. 28 mai 1928
Gagnants de l'épreuve : Messieurs PUJOLAS et LOISEAU

ETABL^{TS} RADIO-L. L. 5, rue du Cirque — PARIS
Métro : Champs-Élysées
Téléphone : ÉLYSÉES 14-30 et 14-31

Auditions : les Lundis, Mercredis et Vendredis, de 21 h. à 23 h.

CHEZ LES ÉDITEURS

ÉLECTRICITÉ

PILES ET ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES, par *L. Juma*. 1 vol. in-16, 76 fig.

La question des piles et des accumulateurs électriques intéresse non seulement l'ingénieur et l'industriel, l'étudiant et l'amateur, mais aussi toute personne qui réfléchit et qui cherche à comprendre la raison d'être ou le fonctionnement de toutes les choses de la vie courante.

Sous une forme simple, l'auteur donne la théorie de ces générateurs électrochimiques d'énergie électrique, en étudie la technique et en décrit les nombreuses applications.

ÉLECTRICITÉ

COMMENT ON DEVIENT ÉLECTRICIEN-MÉCANICIEN, par *René Champly*. Tome I, 1 vol., in-8 couronne, 305 p., 211 fig. ; tome II, 1 vol., in-8° couronne, 225 p., 207 fig.

C'est pour l'instruction des spécialistes que ces deux volumes sont écrits ; les techniciens comprennent le langage simple et commode des formules algébriques, mais l'ouvrier a besoin d'explications élémentaires dépourvues d'abstractions qui ne lui diraient rien ; c'est pourquoi l'auteur a évité, presque absolument, l'emploi des formules qu'il a remplacées par des tableaux de calculs faits, donnant tous les renseignements nécessaires pour l'établissement des installations de moyenne importance.

Un chapitre sur les transmissions et les courroies, un autre sur les pompes et leurs tuyauteries, et de nombreux plans de montage pour moteurs, accumulateurs, lumière, sonneries et téléphones, font de ces deux volumes une sérieuse Encyclopédie du Praticien électricien.

MÉTÉOROLOGIE

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DE MÉTÉOROLOGIE, 4^e édition, par *Alfred Angot*. 1 vol. grand in-8°, 420 p., 121 fig. et 4 planches.

Sauf quelques modifications de détail nécessitées par les progrès de nos connaissances, les cinq premiers livres sont la reproduction intégrale de la troisième édition, déjà si appréciée.

Les progrès accomplis pendant ces vingt dernières années dans la mesure des échanges d'énergie par rayonnement entre le Soleil, la Terre et son atmosphère et les espaces célestes, les connaissances sur l'atmosphère libre, etc., l'exposé succinct des principes sur lesquels sont basées les nouvelles méthodes de prévision du temps, font l'objet d'un sixième livre entièrement nouveau.

PHYSIQUE

INTRODUCTION A LA THÉORIE DES QUANTA, par *Marcel Boll* et *Charles Salomon*. 1 vol. in-8°, 496 p., 46 fig.

Précédé par un avant-propos très développé, où les auteurs exposent l'histoire et l'état actuel de la théorie des quanta, l'ouvrage proprement dit présente un tableau d'ensemble de la mécanique et de l'électronique, sous la forme mathématique et précise où les recherches de ces dernières années, orientées vers les quanta, ont amené ces deux chapitres de la physique.

Le livre, dont la lecture suppose la connaissance des mathématiques générales, permet de comprendre la portée de la théorie des quanta, de se rendre compte de la mesure dans laquelle elle s'impose et d'apprécier les bouleversements qu'elle a déjà produits dans notre conception de la physique.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 45 fr.	Envois recommandés ...	{ 1 an..... 55 fr.
chis.....	{ 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 affran-	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés	{ 1 an..... 100 fr.
chis.....	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois... 50 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 70 fr.	Envois recommandés	{ 1 an..... 90 fr.
chis.....	{ 6 mois... 36 —		{ 6 mois... 45 —

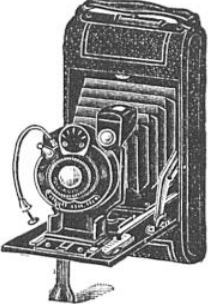
Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

LE FREIN AVANT ÉLECTRIQUE
"ECLAIR"
 SE POSE RAPIDEMENT SUR TOUTES VOITURES
 SIMPLE, PEU COUTEUX
 S^TE LA FOURNAISE - 120 RUE DE LA GARE - S^T DENIS - TELEPHONE: NORD 11-14 67-63

NE PARTEZ PAS EN VACANCES
 avant d'avoir choisi
VOTRE APPAREIL PHOTO

PLAQUES OU PELLICULES



PARMI LES MODÈLES D'
HERMAGIS

Envoi franco, sur demande aux
 Et^{ts} HERMAGIS, 29, r. du Louvre, Paris
 de la notice S. V. 1928

Une lame
Gratis!

En vente dans les
 bonnes maisons de cou-
 tellerie, parfumerie, articles
 d'hygiène, etc.
 10 lames, 15 f. - 6 lames, 7 f. 50

LA LAME DE QUALITÉ
LERESCHE
 BON d'ESSAI GRATUIT
 à envoyer à l'usine.

Monsieur J. LERESCHE
 FABRIQUE DE RASOIRS
 USINE DE LA FORGE
 SAINT-JULIEN-DU-SAULT (Yonne)

Veuillez m'envoyer gratuitement,
 pour essais, une lame LERESCHE et
 m'indiquer les adresses des maisons de
 détail où je pourrais trouver votre lame.

Nom _____
 Adresse _____
 Depart. _____

S. V.

PUBLICITE G. SWEETS

L^E FRIGORIGÈNE A-S

MACHINE ROTATIVE À GLACE & À FROID
 BREVETS AUDIFFREN & SINGRÛN
 TOUTES APPLICATIONS INDUSTRIELLES & DOMESTIQUES

SÉCURITÉ ABSOLUE Les plus hautes Récompenses
 Nombreuses Références GRANDE ÉCONOMIE

SOCIÉTÉ D'APPLICATIONS FRIGORIFIQUES - 92, Rue de la Victoire, PARIS - Catalogue & Devis gratuits sur demande

Propulseurs amovibles LUTETIA

2 1/2, 3 1/2, pour tous usages, et
5 et 8 cv Supersport pour la vitesse et le tourisme
LE PLUS PUISSANT - LE PLUS LEGER - LE MOINS CHER
45 à 50 kilomètres à l'heure!
DEMANDEZ UN ESSAI DE NOTRE CANOT SPÉCIAL



M. ÉCHARD, ing.-const., 31, Bd de Courbevoie, NEUILLY-s-Seine

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 **ASSURO** le Seul

Extincteur

se déclanchant sous l'action du feu.

Prix : 220 fr. Recharge : 25 fr.

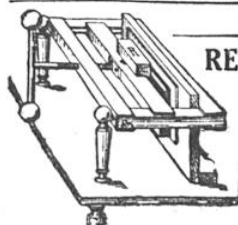
EN VENTE

dans les bons Garages et Maisons d'Accessoires
d'Automobiles.



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



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. FOUBÈRE & LAURENT, à ANGOULÈME

Les Stéréoscopes Auto-Classeurs

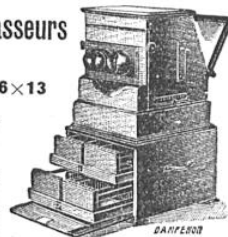
MAGNÉTIQUES

45×107 **PLANOX** 6×13

Breveté France et Etranger

PLANOX ROTATIF

Super-classeur à paniers interchangeables
100 clichés 6×13 ou 45×107,
sans intermédiaires, en noir ou cou-
leurs, prêts à examiner ou projeter.



Le PLANOX

Stéréos à mains PLANOX

Les mieux faits. — Tous genres. — Tous formats.

Etab. A. PLOCQ, 26-28, r. du Centre, Les Lilas (Seine)

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
Étranger.	15 frs	28 frs	55 frs

LE MEILLEUR
ALIMENT MÉLASSÉ

4 GRANDS PRIX
4 HORS CONCOURS
MEMBRE DU JURY
DEPUIS 1910

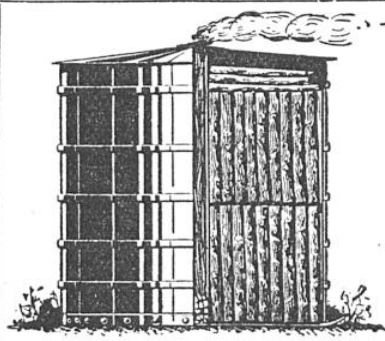
PAÏL'MEL



POUR CHEVAUX
ET TOUT BÉTAIL

USINE FONDÉE EN 1901 À TOURY, EURE-ET-LOIR,
Reg Comm Chartres B 41

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



ET^S C. DELHOMMEAU, A CLÉRÉ (I.-&-L.)

◇◇◇◇◇

APPAREILS POUR LA FABRICATION ÉCONOMIQUE DU CHARBON DE BOIS

Modèles 1, 2, 5, 7, 10, 15, jusqu'à 1.000 stères de capacité,
à éléments démontables instantanément

◇◇◇◇◇

CARBONISATION DE BOIS DE FORÊTS, DÉBRIS
DE SCIERIE, SOUCHES DE DÉFRICHAGE, ETC...

Catalogue S sur demande.

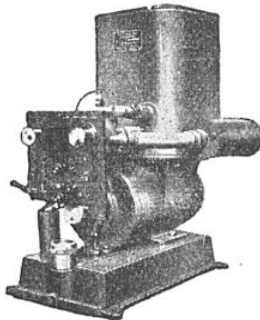
LA FORCE ET LA LUMIÈRE

AU MEILLEUR PRIX
ET N'IMPORTE OU

avec

L'ÉLECTRO-GROUPE BREVARD

Breveté S. G. D. G.



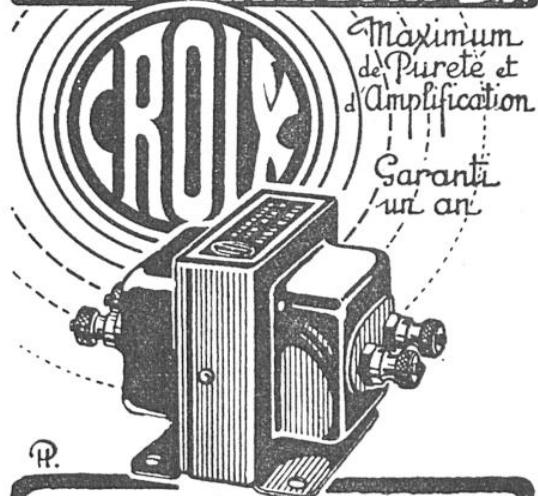
450/500 watts
4.800 francs
sans batteries

850/1.000 watts
6.000 francs
sans batteries

DEMANDEZ-NOUS
l'adresse de notre agent le
plus près, qui se fera un
plaisir de vous faire une
démonstration absolument
gratuite de nos groupes.

A. S. HANGER, constructeur
5, boulevard de Villiers, NEUILLY-sur-SEINE
Adr. télégr.: NOSPARTON, Neuilly-sur-Seine
Adr. téléph.: WAGRAM 83-58, 95-70

TRANSFORMATEURS B.F.



Constructions Électriques "CROIX"

3, Rue de Liège, 3 - PARIS

Téléph.: RICHELIEU 90-68 - Télégr.: RODISOLOR-PARIS

AGENCES

AMSTERDAM - BRUXELLES - BUDAPEST - COPEN-
HAGUE - LISBONNE - LONDRES - OSLO - PRAGUE
STOCKHOLM - VARSOVIE - VIENNE - ZURICH

LE CINOSCOPE

CINÉMATOGRAPHIE ET PROJETTE
PHOTOGRAPHIE ET AGRANDIT



Prise de vues

Emploie le film universel de 35 millimètres. Objectif **Goerz Kino Hypar** à grande ouverture (f: 3) permettant la prise de vues, même dans les plus mauvaises conditions d'éclairage; mise au point réglable de 1 m. à l'infini. Magasins pour 30 mètres, 2 vitesses de prise de vues, permettant la photographie image par image, compteur de métrage, viseur iconomètre, possibilité de mettre au point et de cadrer sur la pellicule même. — Livré avec les accessoires permettant de le transformer immédiatement en appareil de projection. Mécanisme simple et d'une solidité à toute épreuve. PRIX absolument incroyable obtenu par la construction en grande série. Quelques occasions.

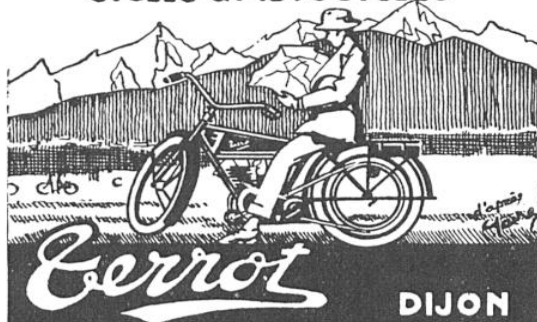
..... Notices et Catalogues illustrés sur demande aux
Etablissements CHANTECLAIR, 9, rue de l'Église, CHAVILLE (S.-ei-O.)

UTILISEZ VOS LOISIRS !

EN ÉTUDIANT SUR PLACE OU PAR CORRESPONDANCE

UNE
LANGUE ÉTRANGÈREA
GARDINER'S ACADEMYMINIMUM DE TEMPS
MINIMUM D'ARGENT
MAXIMUM DE SUCCÈSDEMANDEZ AUJOURD'HUI
LA BROCHURE GRATUITEÉCOLE SPÉCIALISÉE
FONDÉE EN 1912

NOMBREUSES RÉFÉRENCES

19, B^D MONTMARTRE, PARIS-2^e**CYCLES & MOTOCYCLES**

Avec la Tondeuse-Faucheuse

" RAPID - PERFECT "VOUS COUPEREZ
gazons, herbes ligneuses
de toutes hauteurs

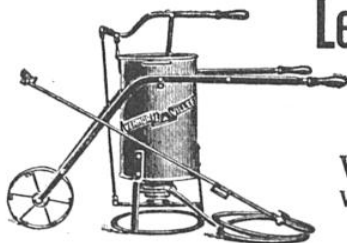
(Voir description n° de mai 1927)



PRIX ET NOTICE

Étab^{ts} GUENNETEAU, 50, rue Bichat, PARIS-X^e

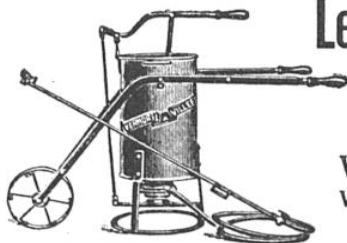
MÉTRO : GARE DE L'EST

BLANCHIMENT - DÉSINFECTION
par le **BADIGEONNEUR MÉCANIQUE****Le PRESTO**Établissements
VERMOREL
VILLEFRANCHE
(Rhône)**SEGMENTS CONJUGUÉS**Amélioration considérable de tous moteurs sans réalésage
des 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 SCLÉROGRAPHE**permet de mesurer instantanément et de
comparer entre elles les duretés des métaux
et spécialement celles des **ACIERS TRAITÉS**
sans aucune mesure d'empreinte,
Sans microscope et d'une manière automatique.*Cet appareil, d'un prix très accessible, a en outre
l'avantage de pouvoir se porter dans la poche.
C'est l'instrument indispensable à toute personne
qui travaille les métaux.*Demander la Notice illustrée aux
Établissements VALLAROCHE
17, r. Théophile-Gautier, Paris-16^e Tél. Auteuil 08-89 et 08-90

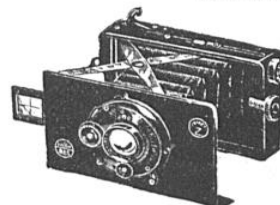
ENVOI GRATIS

CANOËS INDIENS
HYDROPLANETTES

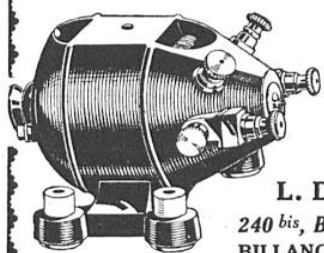
DEMANDEZ LE CATALOGUE 1928 "S"

CHAUVIÈRE-NAVALTéléphone : 40, av. de la République Téléphone :
Roquette 15-08 Gobelins 50-67
PARIS**BLANCHIMENT - DÉSINFECTION**
par le **BADIGEONNEUR MÉCANIQUE****Le PRESTO**Établissements
VERMOREL
VILLEFRANCHE
(Rhône)**POCKET-Z** 6,5 x 9
6 x 13Appareil
photographique
de poche
pliant, à ciseaux

—○—

Notices
et Renseignements gratuits
et franco**ZION** OPTICIEN-CONSTRUCTEUR
140, boul. Richard-Lenoir, PARIS-11^e

Le Microdyne

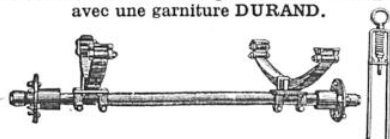


LE PLUS PETIT MOTEUR
INDUSTRIEL DU MONDE

MOTEURS UNIVERSELS
DE FAIBLE PUISSANCE

L. DRAKE, Constructeur
240 bis, Boulev. Jean-Jaurès
BILLANCOURT - Molitor 12-39

INDUSTRIELS, COMMERÇANTS,
AGRICULTEURS, TOURISTES,
Montez vous-mêmes la remorque dont vous avez besoin
avec une garniture DURAND.



No 1	charge utile	250 kgs.	pour Roues Michelin 4 trous	
No 2	—	500 —	—	4 —
No 3	—	1.000 —	—	6 —
No 4	—	1.500 —	—	8 —

ÉMILE DURAND
80, Avenue de la Défense, COURBEVOIE (Seine)
Téléphone : Défense 06-03

Les Lampes et Valves CYRNOS

"CYRNOS" présente sa nouvelle
fabrication au baryum métallique,
comportant 16 types de lampes
différents — à une, deux et trois
grilles — ainsi que ses lampes mul-
tiples à deux et trois éléments

Demandez notre catalogue général

Établissements M. C. B.
27, Rue d'Orléans — NEUILLY



Montez vous-même
AVEC LES

SELFS A. P.

un poste sensible,
puissant et sélectif.

L'APÉDYNE 4 lampes

Notice complète contre 1 franc en timbres
Toutes bonnes maisons de T. S. F.

A. PLANCHON, const^r, 30 bis, Place Bellecour, LYON

Location
sans
Chauffeur

Kms illimités
assurances comprises

40 frs par jour

Séjour 55.26

43 bis

rue Bénard
métro Alésia

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. Élysées 24-57, la brochure A, adressée
gratuit 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,
BRUXELLES, 13, rue du Faubourg.

INVENTEURS Pour vos BREVETS

Adr. vous à : WINTHER-HANSEN, Ingénieur-Conseil
35, Rue de la Lune, PARIS (2^e) Brochure gratuite!

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

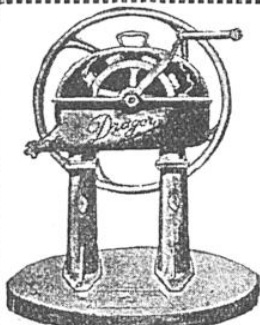
INSTITUT PHILOTECHNIQUE (26^e année)
94, rue Saint-Lazare, Paris-9^e

MANUEL-GUIDE GRATIS

INVENTIONS

BREVETS, MARQUES, Procès en Contrefaçon

H. Boettcher Fils
Ingénieur - Conseil PARIS
21, Rue Cambon

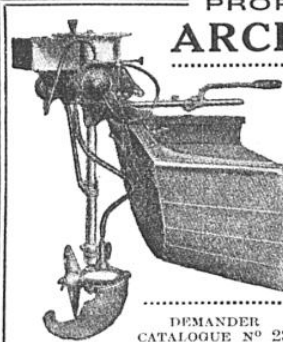


DRAGON

Élévateur 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. - 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**

Élévateurs DRAGON
LE MANS (Sarthe)

Voir article, n° 83, page 446.



PROPULSEURS

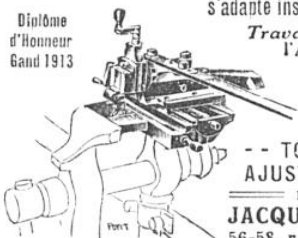
ARCHIMÈDES

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
RIVIERES - LACS - MER
Nouveaux modèles
perfectionnés adoptés
dans TOUT L'UNIVERS

DEMANDER
CATALOGUE N° 23
NEUVILLE-sur-SAONE
près LYON (Rhône)

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

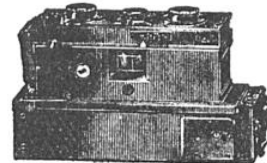
JACQUOT & TAVERDON

56-58, r. Regnault, Paris (13^e)

R. C. SEINE 10.349

ONTOSCOPES 45 x 107 et 6 x 13

APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES
STÉRÉOSCOPIQUES



En vente dans tous les
pays, par la réputation
mondiale de leur supé-
riorité

Les Classeurs

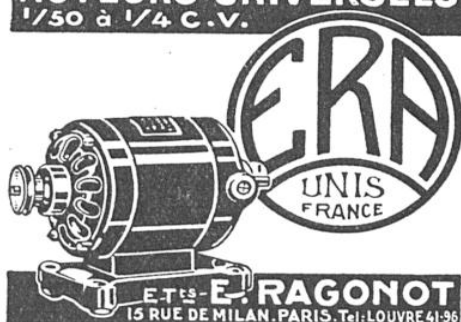
ONTOPHOTES

à court, moyen et long
foyer (oculaires inter-
changeables), par leur conception moderne, réunissent le
maximum de perfectionnement. - Catalogue sur demande.

Etablissements G. CORNU, 7-9, rue Juillet, Paris-20^e

MOTEURS UNIVERSELS

1/50 à 1/4 C.V.



ET E. RAGONOT
15 RUE DE MILAN, PARIS. Tél. LOUVRE 41-96



Fait toutes opérations

Vite, sans fatigue, sans erreurs
INUSABLE — INDÉTRACABLE

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^t

Etrang., paiem. d'av. port en sus

S. REYBAUD, ingénieur

37, rue Sénac, MARSEILLE

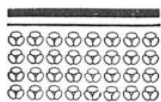
CHÈQUES POSTAUX : 90-63

INVENTIONS ET RÉALISATIONS FINANCIÈRES

SOCIÉTÉ D'ÉTUDE ET DE VALORISATION EN PARTICIPATION

22, rue d'Athènes, 22 - PARIS (9^e) — Téléphone : Louvre 50-06

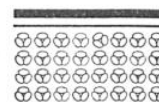
Brevets d'invention en France et à l'Étranger. — Toutes opérations relatives à la Propriété industrielle. — Négociation des brevets. — Valorisation des inventions. — Recherche de capitaux. — Constitution de Sociétés industrielles.



Radio-Programmes

EDITÉ PAR "LE PETIT PARISIEN"

LE SEUL QUOTIDIEN DE T. S. F.



Il publie chaque jour, horairement, les programmes des stations de radio-diffusion, ceux des postes d'essais et d'amateurs du monde entier, que vous pouvez entendre.



**Vous y trouverez,
en outre :**

Des informations utiles, des conseils pratiques,
le coin du lecteur, les longueurs d'ondes tenues
à jour, le moyen d'identifier les postes.

EN VENTE PARTOUT
AU
PRIX DE

10 cent.

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**

**T
S
F**

La T. S. F., c'est la vie trépidante du monde à domicile

Vient de paraître la 3^e édition du **Vade mecum du Sans-Filiste**, laquelle comporte un *étalonnage* exact, à jour, de 200 stations, permettant un *réglage* pratique et complet (avec 14 colonnes en blanc) de n'importe quel appareil (antenne ou cadre), de 2 à 10 lampes.

Edition de luxe, 38 p. de conseils prat., identif. de 86 postes europ., carte d'orient., etc... — Franco: 6 fr. 50; Belgique: 7 fr. 50; Etranger: 9 fr. — Mandats ou timbres aux **N. E. F.**, 35, rue du Rocher, Paris (Gare St-Lazare).

EXPOSITION ET AUDITIONS PERMANENTES DES DERNIÈRES NOUVEAUTÉS EN T. S. F. — Catalogue, 1 franc.



CHIENS DE TOUTES RACES

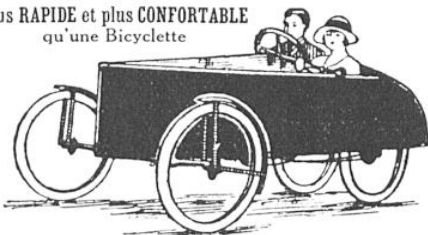
de garde et policiers jeunes et adultes supérieurement dressés, Chiens de luxe et d'appartement, Chiens de chasse courants, Ratiers, Enormes chiens de trait et voitures, etc.

Vente avec faculté d'échange en cas non-convenance. Expéditions dans le monde entier. Bonne arrivée garantie à destination.

SELECT-KENNEL, Berchem-Bruxelles (Belgique) Tél.: 604-71

Un Vélo-Voiture : LE VÉLOCAR

Plus RAPIDE et plus CONFORTABLE
qu'une Bicyclette



2 PERSONNES -:- NOTICE DÉTAILLÉE -:- 3 VITESSES

MOCHET, 14, r. Soubise, St-OUEN (Seine)

CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON
ET A LA MÉDITERRANÉE

POUR LES VACANCES

Pour les vacances, la Compagnie P.-L.-M. offre aux voyageurs trois combinaisons de billets à prix réduit :

1^o Les billets d'aller et retour de famille, qui comportent une réduction de 25 % pour la deuxième personne, de 50 % pour la troisième et de 75 % pour la quatrième et chacune des suivantes. Des réductions supplémentaires sont consenties si la distance à effectuer est supérieure à 400 kilomètres aller et retour. Les titulaires de ces billets de famille peuvent aussi, s'ils le désirent, expédier leur automobile à un tarif extrêmement avantageux ;

2^o Les cartes d'excursions dans le Dauphiné, la Savoie, le Jura, l'Auvergne, les Cévennes. Ces cartes, qui sont délivrées pour quinze ou trente jours, permettent d'atteindre la zone d'excursion, d'y circuler librement et de revenir ensuite au point de départ ;

3^o Les billets d'aller et retour individuels (d'avant ou d'arrière-saison), pour stations balnéaires, thermales et climatiques de la Côte d'Azur, des Alpes, du Jura, des Cévennes, de l'Auvergne, du Morvan.

Demander, trois jours à l'avance, les cartes d'excursions et, quatre jours à l'avance, les billets de famille et les billets de stations balnéaires, thermales et climatiques.

INVENTEURS

Pour le dépôt de brevet, l'exploitation
et la vente de vos inventions

ADRESSEZ-VOUS A

DAMOS, 4, r. Edouard-Teutsch
STRASBOURG (Bas-Rhin)

CHEMINS DE FER D'ALSACE ET DE LORRAINE

PENDANT LA SAISON D'ÉTÉ
(26 Juin au 15 Septembre)

VISITEZ

L'ALSACE ET LA LORRAINE

par les services automobiles
des chemins de fer d'Alsace et de Lorraine

1^o **Circuits autour de Metz** (une demi-journée) :
a) METZ-GRAVELOTTE-METZ, par Gorze, Jouy-aux-Arches, Saint-Privat, Mont-Saint-Quentin. Départs : mercredi, vendredi, dimanche (premier départ, le 1^{er} juillet) ; b) METZ-HAYANGE-METZ, par Rombas, Jœuf, Saint-Privat, Mont-Saint-Quentin. Départs : mardi, jeudi et samedi (premier départ, le 3 juillet).

2^o **Circuits autour de Strasbourg** (une journée) :
a) STRASBOURG-SAINTE-ODILE-STRASBOURG, par Obernai, Barr, le Hohwald, Sainte-Odile. Départs : dimanche, mardi, jeudi, vendredi (premier départ, le 26 juin) ; b) STRASBOURG-NIEDERBRONN-LAC DE HANAU-STRASBOURG, par Reichshoffen, Froeschwiller, Woerth, Morsbronn, Haguenau. Départs : les lundis (premier départ, le 16 juillet) ; c) STRASBOURG-HAUT-BARR-DABO-STRASBOURG, par Wasselonne, Saverne, Lutzelbourg. Départs : les samedis (premier départ, le 30 juin).

3^o **Services de la Route des Vosges** (trois étapes d'une journée) : 1^{re} étape : STRASBOURG-SÉLESTAT, ou vice versa, par Sainte-Odile, le Hohwald et le Champ du Feu ; 2^e étape : SÉLESTAT-COLMAR, ou vice versa, par le Haut-Kœnigsbourg, Ribeauvillé, les Lacs et Kaysersberg ; 3^e étape : COLMAR-MULHOUSE, ou vice versa, par les Trois-Epis, le Linge, la Schlucht, le Hohneck, le Markstein, le Grand Ballon. Départs de Strasbourg : lundi, mercredi, vendredi. Départs de Mulhouse : lundi, jeudi, samedi (premier départ, le 2 juillet) ;

4^o **Circuit Mulhouse-Ballon d'Alsace-Mulhouse** (une journée), avec correspondance au Ballon d'Alsace de ou pour Belfort. Départs : lundi, mercredi, vendredi, dimanche (premier départ, le 1^{er} juillet) ;

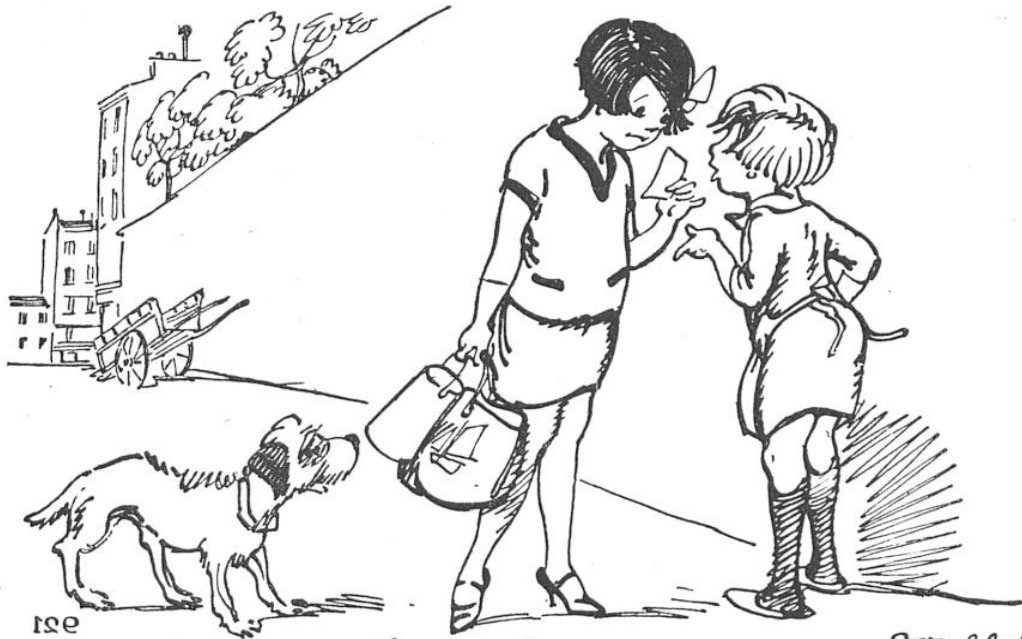
5^o **Mulhouse-Belfort**, ou vice versa (une journée), par le lac de la Lauch, le Markstein, le Grand Ballon, le Ballon d'Alsace. Départs de Mulhouse : mardi, jeudi, samedi (premier départ, le 3 juillet). Départs de Belfort : mercredi, vendredi et dimanche (premier départ, le 1^{er} juillet) ;

6^o **Circuit Colmar-Vittel**, ou vice versa, par Munster et Gérardmer (en commun avec la Compagnie de l'Est).

Pour tous renseignements et location, s'adresser aux
CHEMINS DE FER D'ALSACE ET DE LORRAINE
à PARIS : 5, rue de Florence (8^e)

Agence Saint-Augustin, 2, avenue Portalis (8^e)
à STRASBOURG : 3, boul. du Président-Wilson

AINSI QU'ÀUX AGENCES DE VOYAGES



— Lucien !... Quel Lucien ?...
 — Tu sais bien : Lucien qui se lave la bouche au Dentol !

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

(23^e année) 152, avenue de Wagram, PARIS-17^e (23^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. — Électricité 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. — Électricité.
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

Étude 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) CONTREMAÎTRE-ÉLECTRICIEN

Notions d'arithmétique, algèbre, géométrie et physique. — Électricité 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. — Électricité 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. — Éclairage. — 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. — Électricité théorique. — Production et distribution. — Construction de l'appareillage. — Electrochimie. — Éclairage. — 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

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
Mines
Travaux publics**

**Architecture
Béton armé
Chauffage central
Topographie
Industrie du froid
Chimie
Exploitation agricole
Agriculture coloniale**

Demandez l'envoi gratuit de la Brochure n° 9033.

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° 9038.

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

ÉCOLE SPÉCIALE DES TRAVAUX PUBLICS DU BATIMENT ET DE L'INDUSTRIE

M. Léon EYROLLES, C.  I., Ingénieur-Directeur

12, rue Du Sommerard et 3, rue Thénard
PARIS (V^e)

Polygone et Ecole d'Application
ARCUEIL-CACHAN, près Paris

1° ÉCOLE DE PLEIN EXERCICE

RECONNUE PAR L'ÉTAT, AVEC DIPLOMES OFFICIELS D'INGÉNIEURS

900 élèves par an - 119 professeurs

CINQ SPÉCIALITÉS DISTINCTES :

1° Ecole supérieure
des Travaux publics

Diplôme d'Ingénieur des Travaux publics

2° Ecole supérieure du Bâtiment
Diplôme d'Ingénieur Architecte

3° Ecole supérieure de Mécanique
et d'Electricité

Diplôme d'Ingénieur Electricien

4° Ecole supérieure de Topographie
Diplôme d'Ingénieur Géomètre

5° Ecole supérieure du Froid industriel
Diplôme d'Ingénieur Frigoriste

SECTION ADMINISTRATIVE :

Pour la préparation aux grandes administrations techniques
(Ingénieur des Travaux publics de l'Etat, de la Ville de Paris, etc...)

Les Concours d'admission auront lieu, pour l'année scolaire 1928-1929 :

1^{re} Session : du 19 au 26 Juillet 1928 ; 2^{me} Session : du 1^{er} au 10 Octobre 1928.

2° L'“ÉCOLE CHEZ SOI” (ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE)

25.000 élèves par an - 217 professeurs spécialistes

L'Ecole des Travaux Publics a créé en 1891, il y a trente-sept ans, sous le nom d'ÉCOLE CHEZ SOI, l'Enseignement par Correspondance pour ingénieurs et techniciens, qui est donné au moyen de Cours imprimés ayant une réputation mondiale et représentant, à eux seuls, le prix de l'enseignement.

La méthode d'Enseignement par Correspondance, l'ÉCOLE CHEZ SOI, n'a, d'ailleurs, pas d'analogue dans aucun pays, et les diplômes d'Ingénieurs délivrés, bien que non officiels, ont la même valeur que ceux obtenus par l'ÉCOLE DE PLEIN EXERCICE, sur laquelle elle s'appuie et qu'elle est seule à posséder.

DIPLOMES ET SITUATIONS AUXQUELS CONDUIT L'ENSEIGNEMENT

1° Situations industrielles : Travaux publics - Bâtiment - Electricité - Mécanique - Métallurgie - Mines - Topographie - Froid industriel.

2° Situations administratives : Ponts et Chaussées et Mines - Postes et Télégraphes - Services vicinaux - Services municipaux - Génie rural - Inspection du Travail - Travaux Publics des Colonies - Compagnies de chemins de fer, etc., etc...

Notices, Catalogues et Programmes sur demande adressée à l'

ÉCOLE DES TRAVAUX PUBLICS

12 et 12^{bis}, rue Du Sommerard, Paris (5^e)

en se référant de “La Science et la Vie”