

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

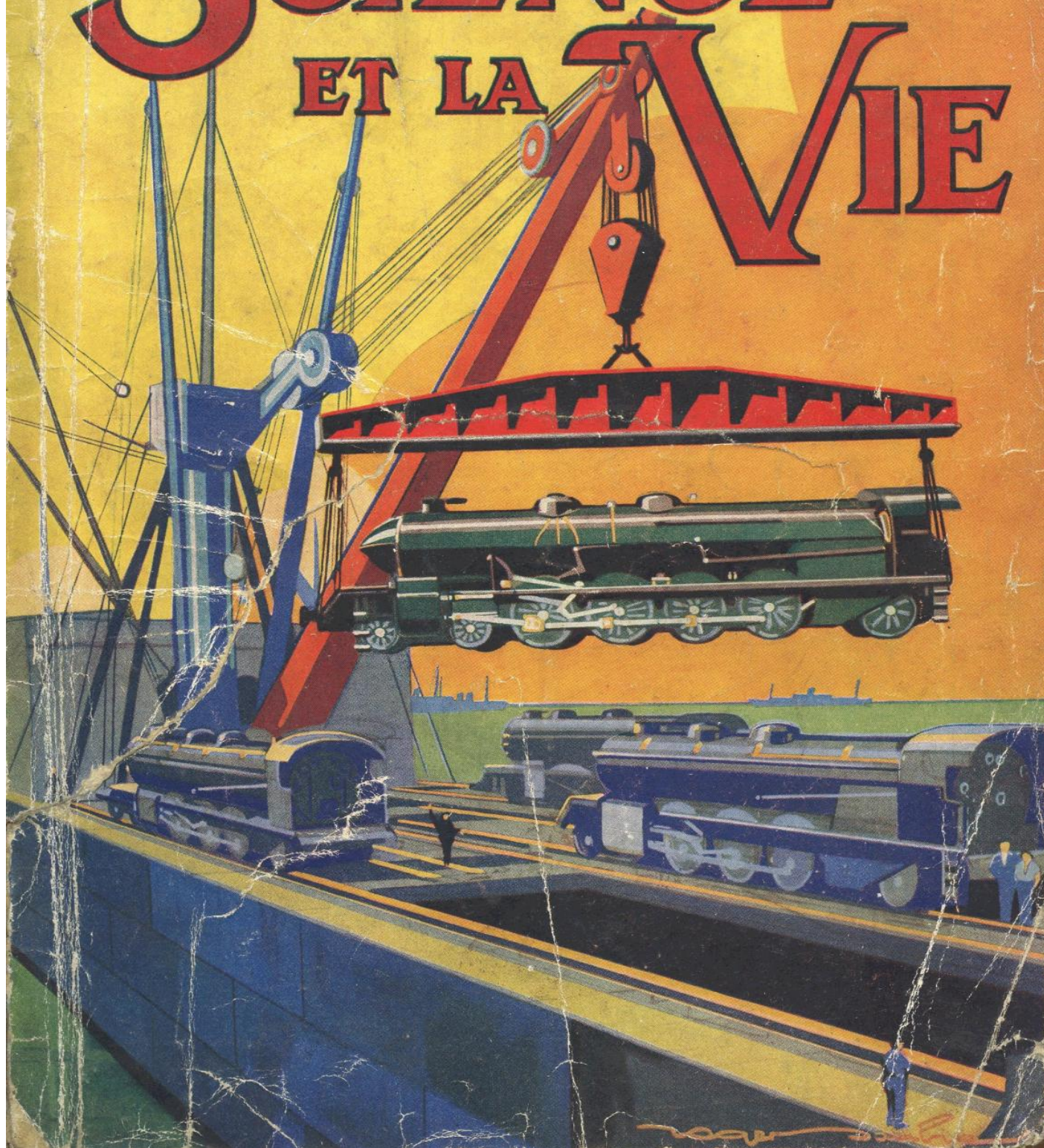
Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note	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 39. n. 163. Janvier 1931
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1931
Collation	vol. (L-86 p.) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 163
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Note	La 3ème et 4ème de couverture ont été arrachées.
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.163

France et Colonies : 4 fr.

N° 163. - Janvier 1931

LA SCIENCE ET LA VIE



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

La Batterie **DININ**



**s'impose
par ses qualités**

*Stations - Service à Paris – Succursale à Lyon
Agents dépositaires et Stockistes en France et à l'Etranger*

ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL | ÉCOLE DE NAVIGATION

PLACÉES SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

152, avenue de Wagram, 152 - PARIS-17^e

ENSEIGNEMENT SUR PLACE et PAR CORRESPONDANCE

INDUSTRIE

Formation et Diplômes
de **DESSINATEURS
TECHNICIENS
INGÉNIEURS**

dans toutes les spécialités :

Electricité - T.S.F. - Mécanique - Métallurgie
- Chimie - Mine - Travaux publics - Bâtiment -
Constructions en fer, bois, béton armé, etc...

AGRICULTURE

Régisseurs - Intendants - Chefs et directeurs
d'exploitation

COMMERCE

Comptables - Experts comptables - Secrétaires
et administrateurs - Ingénieurs et directeurs
commerciaux

SECTION ADMINISTRATIVE

Poudres - P.T.T. - Chemins de fer - Manu-
factures - Douanes - Ponts et Chaussées et
Mines - Aviation - Armée

TRAVAUX DE LABORATOIRES

Mécanique - Electricité et T.S.F.

Tous les Samedis après-midi
et Dimanches matin

MARINE MARCHANDE

Formation

d'Elèves-Officiers - Lieutenants et Capitaines
pour la Marine de Commerce

Officiers mécaniciens - Radios et Commissaires

Préparation

aux Ecoles de Navigation maritime

MARINE DE GUERRE

Préparation

aux Ecoles de Sous-Officiers, d'Elèves-Officiers
et d'Elèves-Ingénieurs

Préparation

aux différents examens du pont et de la
machine, dans toutes les spécialités et à tous
les degrés de la hiérarchie

TRAVAUX PRATIQUES

Cartes - Sextant - Manœuvres d'embarcations
les Jeudis et Dimanches

**NAVIRE-ÉCOLE D'APPLICATIONS
en rade de Dieppe**

Croisière chaque année et croisière de vacances
sur les côtes d'Europe, d'Afrique et d'Asie.

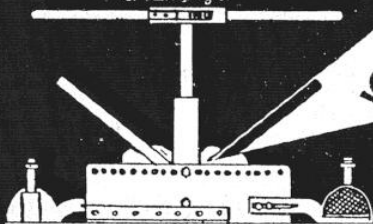
PROGRAMMES GRATUITS

Accompagner toute demande de renseignements d'un timbre-poste pour la réponse

CINTREUSE MINGORI

A FROID SANS REMPLISSAGE

Syst. Renou-Mingori. B^{re} France S.G.D.G.
et Etranger



10 FOIS PLUS VITE QU'À LA FORGE

POUR TUBES FER DU 12X17 AU 50X60 INCLUS

SUR N'IMPORTE QUEL PLAN

C. MINGORI - Const^r Breveté - 7 & 8, rue Jules VALLÈS - PARIS (XI^e)
- TÉL ROQUETTE 90.68

Demander la brochure "MINGORI" N° 4

LA
CÉRAMIQUE
DE GRAND FEU
EST LA
DÉESEE TUTÉLAIRE
DE LA MAISON
SALUBRE



la salubrité, la beauté
et la joie de la maison
dépendent des mosaïques
et carrelages en

GRES CERAME

et des revêtements en

FAIENCE et en GRES

Renseignements et notice explicative S. V. au
GROUPEMENT DES FABRICANTS DES
CARREAUX DE GRÈS CERAME et de FAÏENCE
3 Cité d'Hauteville - Paris (X^e)

PHONO ELECTRIQUE

LE PORTATIF CÉLESTION

Prix du Portatif
CÉLESTION

1.150 fr.

ou payable en
12 mensualités de

103 fr.



Prix du Portatif
CÉLESTION

1.150 fr.

ou payable en
12 mensualités de

103 fr.

Appareil «CÉLESTION» monté dans une valise légère recouverte en simili cuir noir, grenat, gris ou bleu. Les angles sont protégés par des coins nickelés munis de pieds en caoutchouc permettant de le poser sans danger sur les plus beaux meubles.

Le gros avantage de cet appareil est de posséder un moteur électrique ne nécessitant aucun remontage pendant les auditions. Ce moteur fonctionne, en effet, sur une simple prise de courant du secteur. Un dispositif est prévu pour le faire fonctionner sur tous les secteurs, continu ou alternatif. De plus, en cas de manque de courant, une simple manivelle en assure le fonctionnement comme un phonographe ordinaire.

Le diaphragme et la chambre d'amplification assurent une reproduction excessivement fidèle et pure des enregistrements.

Il est muni d'un dispositif avec départ et arrêt automatiques.

Le couvercle permet le transport de 8 disques de 25 centimètres. Un dispositif pour le transport des aiguilles est prévu ne pouvant s'ouvrir pendant le transport.

Prix du Phonographe «CÉLESTION» Fr. **1.150. »**

Nous livrons également cet appareil payable en 12 mensualités de 103 francs

PHOTO-HALL

5, rue Scribe
PARIS-OPÉRA

CATALOGUE GRATUIT ET FRANCO SUR DEMANDE

COMPRESSEURS LUCHARD

HAUTE PRESSION
BASSE PRESSION
COMPRESSEURS SPÉCIAUX

Établ^{ts} LUCHARD

S. A. R. L.

au capital de 1 million de francs

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

20, rue Pergolèse - PARIS

Téléphone : Kléber 08-51, 08-52, 08-53

R. C. Seine 227.524 B



Pour vous Raser
quelle que soit la lame
dont vous vous servez
adoptez le
rasoir

SERVUS

BREVETÉ S.G.D.G

appelé

LE RASOIR VELOURS

par tous les hommes
qui l'ont adopté
et qui ont reconnu,
dans tous les cas,

SON EXTRÊME DOUCEUR



LIVRÉ EN ÉCRIN
NICHELÉ, GRAND LUXE
avec

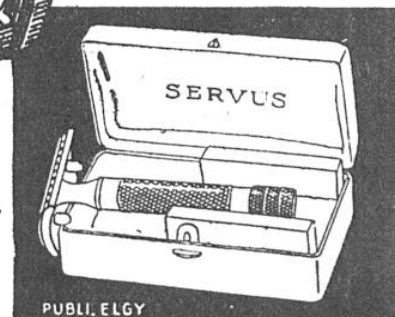
10 lames VIC

45 fr.

franco France et Colonies

SERTIC, 12, rue A.-Moisant, PARIS-XV^e

Compte chèque postal : PARIS 737-30



PUBLI. ELGY

ÉTUDES CHEZ SOI

Vous pouvez faire, **CHEZ VOUS, QUELLE QUE SOIT VOTRE RÉSIDENCE**, sans déplacement, sans abandonner votre situation, en utilisant simplement vos heures de loisirs, avec le **MINIMUM DE DÉPENSES**, dans le **MINIMUM DE TEMPS**, avec le **MAXIMUM DE PROFIT**, quels que soient votre degré d'instruction et votre âge, en toute discrétion si vous le désirez, dans tous les ordres et à tous les degrés du savoir, toutes les études que vous jugez utiles pour compléter votre culture, pour obtenir un diplôme universitaire, pour vous faire une situation dans un ordre quelconque d'activité, pour améliorer la situation que vous pouvez déjà occuper ou pour changer totalement d'orientation.

Le moyen vous en est fourni par les **COURS PAR CORRESPONDANCE** de

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

la plus importante du monde

PLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

L'efficacité des méthodes de l'Ecole Universelle, méthodes qui sont, depuis 23 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

que remportent, chaque année, ses élèves aux examens et concours publics, ainsi que par les **milliers de lettres d'éloges** qu'elle reçoit de ses élèves et dont quelques-unes sont publiées dans ses brochures-programmes.

Pour être renseigné sur les avantages que peut vous procurer l'Enseignement par Correspondance de l'Ecole Universelle, envoyez-lui aujourd'hui même une carte postale ordinaire portant simplement **votre adresse** et le **numéro des brochures** qui vous intéressent, parmi celles qui sont énumérées ci-après. Vous les recevrez par retour du courrier, franco de port, à **titre absolument gracieux et sans engagement** de votre part.

Si vous désirez, en outre, des renseignements particuliers sur les études que vous êtes susceptible de faire et sur les situations qui vous sont accessibles, écrivez plus longuement. Ces conseils vous seront fournis de la façon la plus précise et la plus détaillée, toujours à titre absolument gracieux et sans aucun engagement de votre part.

BROCHURE N° 6.004, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'aux Brevet élémentaire et Brevet supérieur inclusivement, — concernant, en outre, la préparation rapide au *Certificat d'études primaires*, au *Brevet élémentaire*, au *Brevet supérieur*, pour les jeunes gens et jeunes filles qui ont déjà suivi les cours complets d'une école, — concernant enfin la préparation au *Certificat d'aptitude pédagogique*, aux divers *professorats*, à l'*Inspection primaire*, etc...

(Enseignement donné par des *Inspecteurs primaires*, *Professeurs d'E. N.* et *d'E. P. S.*, *Professeurs d Cours complémentaires*, etc...)

BROCHURE N° 6.010, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement, — concernant, en outre, pour les jeunes gens et les jeunes filles qui ont déjà suivi les cours d'un lycée ou collège, la préparation rapide aux divers *baccalauréats*.

(Enseignement donné par des *Professeurs de Faculté*, *Professeurs agrégés*, etc...)

BROCHURE N° 6.017, concernant la préparation à *tous les examens* de l'**Enseignement supérieur** : licence en droit, licence ès lettres, licence ès sciences, certificats d'aptitude aux divers *professorats*, etc...

(Enseignement donné par des *Professeurs de Faculté*, *Professeurs agrégés*, etc...)

BROCHURE N° 6.020, concernant la préparation aux concours d'admission dans **toutes les grandes écoles spéciales** : Agriculture, Industrie, Travaux publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc...

(Enseignement donné par des *Professeurs des grandes Ecoles*, *Ingénieurs*, *Professeurs de Faculté*, *Professeurs agrégés*, etc...)

BROCHURE N° 6.026, concernant la préparation à **toutes les carrières administratives** de la Métropole et des Colonies.

(Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des grandes administrations et par des Professeurs de l'Université.)

BROCHURE N° 6.030, concernant la préparation à tous les brevets et diplômes de la **Marine marchande** : Officier de pont, Officier mécanicien, Commissaire, T. S. F., etc...

(Enseignement donné par des Officiers de pont, Ingénieurs, Officiers mécaniciens, Commissaires, Professeurs de l'Université, etc...)

BROCHURE N° 6.036, concernant la préparation aux **carrières d'Ingénieur, Sous-Ingénieur, Dessinateur, Conducteur, Chef de Chantier, Contremaître** dans toutes les spécialités de l'**Industrie** et des **Travaux publics** : Electricité, T. S. F., Mécanique, Automobile, Aviation, Mines, Forge, Chauffage central, Chimie, Travaux publics, Architecture, Béton armé, Topographie, etc...

(Enseignement donné par des Professeurs des grandes Ecoles, Ingénieurs spécialistes, Professeurs de l'Enseignement technique, etc...)

BROCHURE N° 6.047, concernant la préparation à toutes les carrières de l'**Agriculture**, des **Industries agricoles** et du **Génie rural**, dans la Métropole et aux Colonies.

(Enseignement donné par des Professeurs des grandes Ecoles, Ingénieurs agronomes, Ingénieurs du Génie rural, etc...)

BROCHURE N° 6.053, concernant la préparation à toutes les carrières du **Commerce** (Administrateur commercial, Secrétaire commercial, Correspondancier, Sténo-Dactylographe) ; de la **Comptabilité** (Expert-Comptable, Comptable, Teneur de livres) ; de la **Représentation**, de la **Banque** et de la **Bourse**, des **Assurances**, de l'**Industrie hôtelière**, etc...

(Enseignement donné par des Professeurs d'Ecoles pratiques, Experts-Comptables, Techniciens spécialistes, etc...)

BROCHURE N° 6.059, concernant la préparation aux métiers de la **Coupe**, de la **Couture** et de la **Mode** : Petite-main, Seconde-main, Première-main, Couturière, Vendeuse, Vendeuse-retoucheuse, Modéliste, Modiste, Lingère, Coupeuse, Coupe pour hommes, etc...

(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputés.)

BROCHURE N° 6.065, concernant la préparation aux **carrières du Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.

(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 6.070, concernant la préparation aux **carrières du Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc...

(Enseignement donné par des Professionnels spécialistes.)

BROCHURE N° 6.072, concernant l'étude de l'**Orthographe**, de la **Rédaction**, de la **Rédaction de lettres**, du **Calcul**, du **Calcul mental** et extra-rapide, du **Dessin usuel**, de l'**Ecriture**, etc...

(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

BROCHURE N° 6.083, concernant l'étude des **Langues étrangères** : Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Portugais, Arabe, Esperanto. - **Tourisme** (Interprète).

(Enseignement donné par des Professeurs ayant longuement séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

BROCHURE N° 6.088, concernant l'enseignement de tous les **Arts du Dessin** : Dessin usuel, Illustration, Caricature, Composition décorative, Aquarelle, Peinture à l'huile, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire ; — concernant également la préparation à tous les **Métiers d'art** et aux divers **Professorats de Dessin**, Composition décorative, Peinture, etc...

(Enseignement donné par des Artistes réputés, Lauréats des Salons officiels, Professeurs diplômés, etc...)

BROCHURE N° 6.094, concernant l'**enseignement complet de la Musique** : Musique théorique (Solfège, Harmonie, Contrepoint, Fugue, Composition, Instrumentation, Orchestration, Transposition) ; Musique instrumentale (Piano, Accompagnement au piano, Violon, Flûte, Mandoline, Banjo, Clarinette, Saxophone, Accordéon) ; — concernant également la préparation à toutes les **carrières de la Musique** et aux divers **Professorats** officiels ou privés.

(Enseignement donné par des Grands Prix de Rome, Professeurs membres du Jury et Lauréats du Conservatoire national de Paris.)

Ecrivez aujourd'hui même, comme nous vous y invitons à la page précédente, à **MES- SIEURS LES DIRECTEURS** de

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16^e)

les chevaux ne glisseront plus!



LE PATIN SAUVEUR

Ferrure spéciale caoutchoutée, le fer-patin sauveur est un remarquable « supprimeur » de glissades sur tous les terrains : pavés gras, sol mouillé, routes goudronnées, routes en pente, verglas, etc., etc... Il assure un meilleur rendement de l'animal à la traction. Enfin, il améliore sérieusement toutes boîtes provenant de chocs. — Sa durée est très supérieure à celle du fer ordinaire. Il se pose à froid et ne nécessite pas d'outillage spécial.

Voir article dans le n° 161, page 437

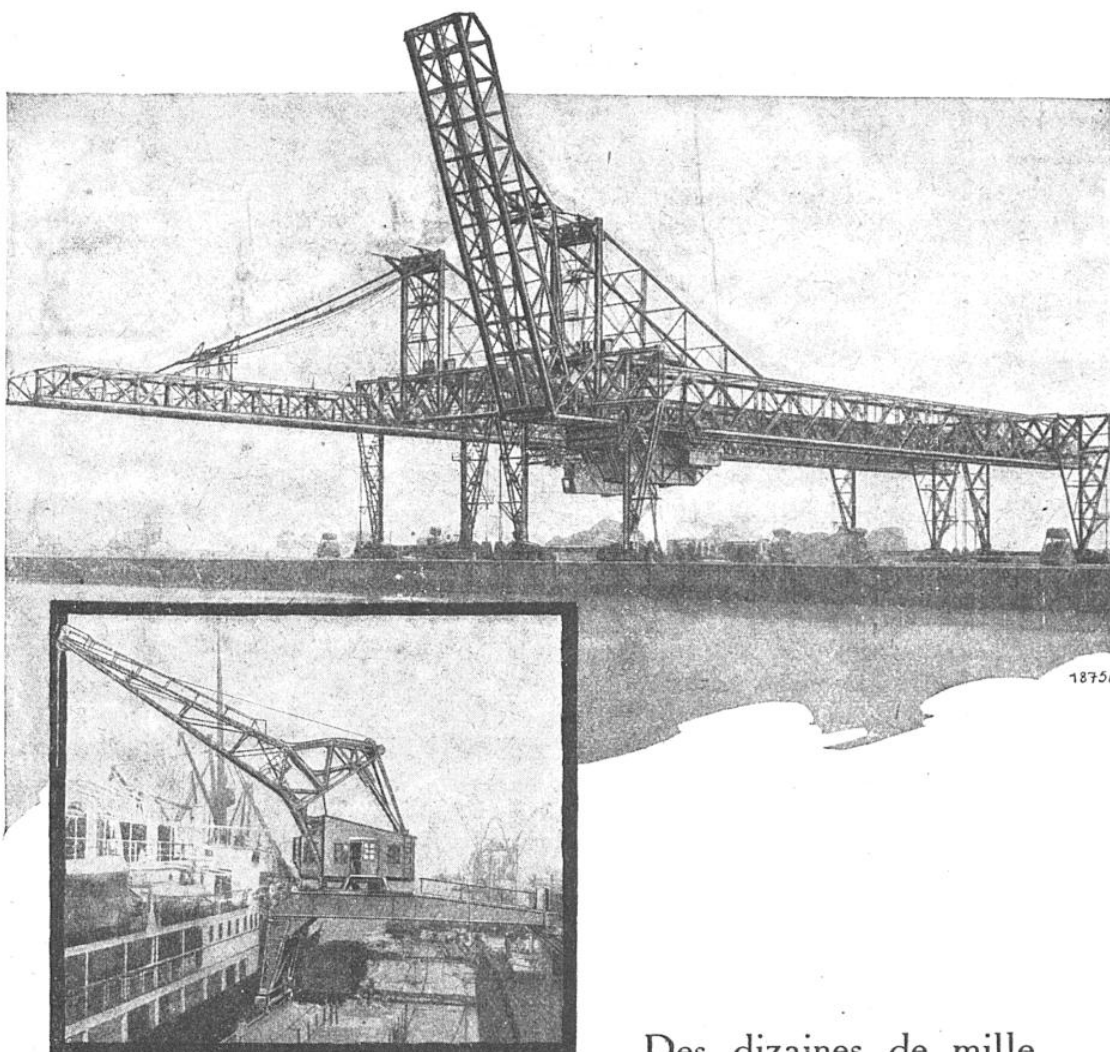
Notice détaillée franco sur demande.

RÉFÉRENCES. — AVRIL 1929 : Concours international d'Inventions de Lyon. **Diplôme d'honneur.** — MAI 1930 : Exposition agricole d'Avignon. **Diplôme d'honneur.** — JUILLET 1930 : Exposition de Maréchaleries de Paris. **1^{er} Prix, Médaille d'argent** (la plus haute récompense).

SAVAC

Acheteurs exclusifs
et dépositaires demandés pour
la France et l'Étranger

Société Anonyme de Vente et d'Application du Caoutchouc
..... 28, rue du Docteur-Mazet, 28 — GRENOBLE (Isère)



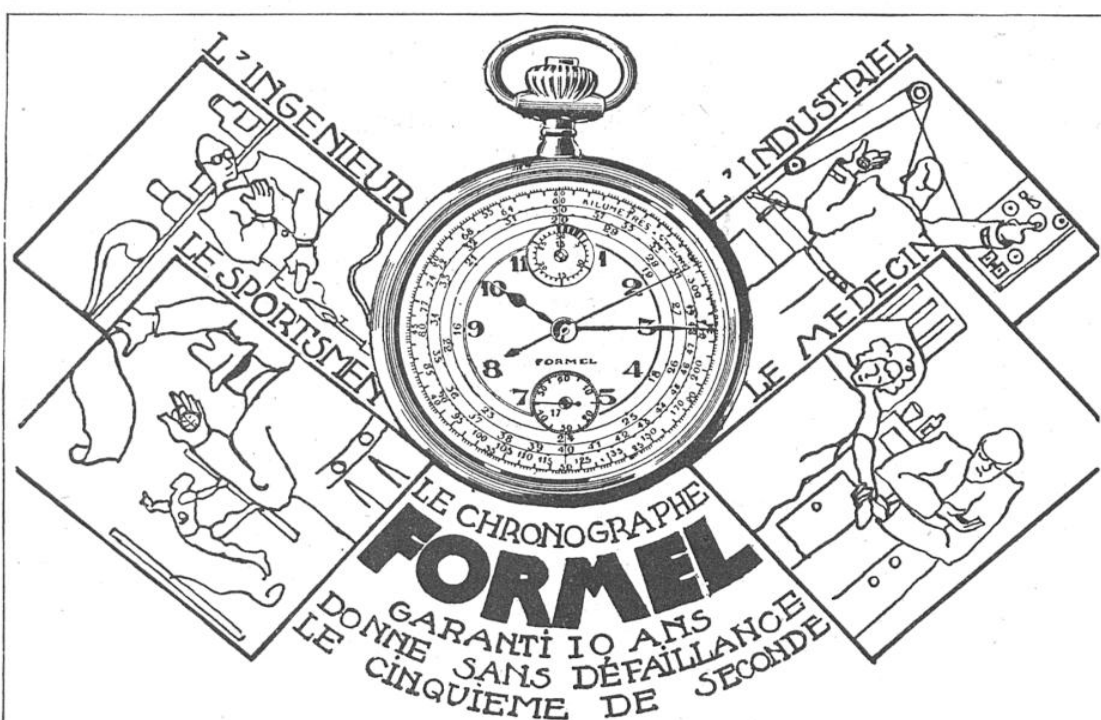
Des dizaines de mille

de Grues et d'Installations de Manutention

pour le transbordement des matières en vrac et des colis
sont sorties des ateliers DEMAG. - Les grues DEMAG
travaillent dans tous les ports du monde.

DEMAG AKTIEN-GESELLSCHAFT **DUISBURG**

REPRÉSENTANT : A. LEGENDRE, ing^r, 33, rue d'Amsterdam, PARIS-8^e



LE CHRONOMETRE FORMEL EST INDISPENSABLE À L'HOMME MODERNE

Ne vous livrez plus à des calculs compliqués et fastidieux...

Le Chronographe "FORMEL" comptera pour vous : les heures, les **minutes**, les **secondes** et les **cinquièmes de seconde**, sans à-coup, sans erreurs. Au **laboratoire**, à **l'usine**, sur **la route**, partout où vous aurez une mesure précise du temps à effectuer, un contrôle à exercer, le Chronographe "FORMEL" sera votre auxiliaire le plus précieux.

Ingénieurs, industriels, médecins, sportsmen, tous remplacent une montre ordinaire par le Chronographe "FORMEL", qui offre les garanties suivantes :

- 1° Le Chronographe "FORMEL" est garanti **dix ans** contre tous vices de construction (chaque chronographe est accompagné de son bulletin de garantie).
- 2° Faculté de retour dans la huitaine, si le chronographe ne donne pas satisfaction à l'acheteur. Dans ce cas, remboursement immédiat par mandat-poste.
- 3° **Les meilleures références** : Services techniques des chemins de fer de l'Est, de l'Etat, usines, laboratoires, docteurs en médecine, ingénieurs, sportsmen, photographes, etc...
- 4° Dans nos ateliers, des ouvriers spécialisés sont à votre disposition pour toutes réparations pouvant se présenter à la suite d'un accident. Ces réparations sont toujours exécutées avec le plus grand soin et aux prix les plus réduits. L'acquéreur d'un Chronographe "FORMEL" a ainsi la certitude de pouvoir compter sur le meilleur rendement de la somme déboursée.

Le Chronographe "FORMEL" est vendu exclusivement chez

E. BENOIT, Horloger-Constructeur

Fournisseur des Chemins de fer de l'Est, de l'Etat, etc.

60, rue de Flandre - - PARIS

Chèque postal : Paris 1373-06

Prix franco du Chronographe "FORMEL"

Acier ou nickel.. ..	270 fr.
Argent	335 fr.
Or	1.400 fr.

NOTICE A gratuite sur demande

Connaissez enfin la Joie de Savoir **DESSINER**

“ Dessiner est aussi facile qu'écrire ”



Recueillir de pittoresques souvenirs de voyage est une des joies du dessinateur, ainsi que le montre ce dessin à la plume d'un de nos élèves

La technique du dessin n'est plus une science abstraite nécessitant des dons particuliers ou un apprentissage interminable. On peut maintenant devenir rapidement et avec une grande facilité un très bon dessinateur. C'est en utilisant tout simplement l'habileté graphique que vous avez naturellement acquise, que vous pourrez exécuter, dès votre premier cours, des croquis fort expressifs.

Vous serez étonné de la rapidité des résultats que vous assurera cette manière d'apprendre et de travailler le dessin. Même si vous n'avez jamais tenu un crayon, quels que soient votre âge, votre lieu de résidence, vous pouvez dès maintenant suivre les Cours de l'École A.B.C. Vous recevrez par correspondance les leçons de ses éminents professeurs, qui dirigeront vos premiers essais et vous aideront de leur expérience.

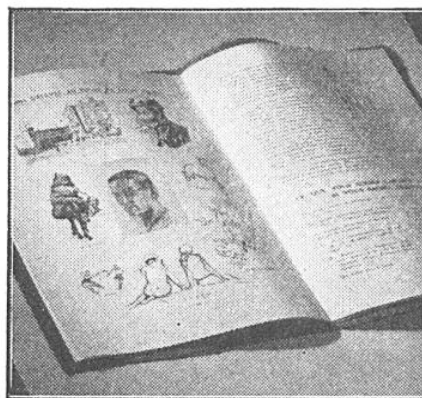
En dehors des leçons traitant du dessin en général, vous pouvez vous spécialiser dans le genre de dessin qui vous intéresse plus particulièrement : croquis, paysage, caricature, illustration de livres et magazines, dessins d'annonces, affiches, décoration, mode, etc...

L'ENSEIGNEMENT DU DESSIN par la Méthode A. B. C.

C'est le titre d'une luxueuse brochure illustrée éditée par l'Ecole A. B. C. de Dessin, 12, rue Lincoln, Paris, qui se fait un plaisir de l'offrir et de l'envoyer franco à toute personne qui en fait la demande.

De 32 pages sur papier couché, sous couverture souple, cette brochure est abondamment illustrée par des dessins d'élèves. On peut voir ainsi que la personnalité de chacun d'eux peut se développer et se manifester librement, sous la direction des maîtres professeurs.

En outre, on y trouve une présentation des professeurs, un aperçu des méthodes d'enseignement sous la forme d'une véritable première leçon et des détails sur l'organisation de l'école.



L'Enseignement du Dessin par la Méthode A.B.C. vous sera envoyé aujourd'hui même.

Retournez-nous ce Coupon

ÉCOLE A.B.C. DE DESSIN (Studio D 105)

12, rue Lincoln (Champs-Élysées) PARIS-8^e

Monsieur le Directeur,

Je vous prie de m'adresser gratuitement et sans engagement de ma part, votre brochure annoncée ci-dessus donnant tous les renseignements sur les Cours A. B. C. de Dessin.

Nom

Adresse

Ville

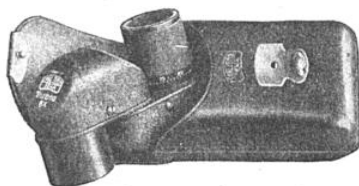
Département



La LONGUE-VUE DE POCHE
"TURMON"

ZEISS

Grossissement 8 fois



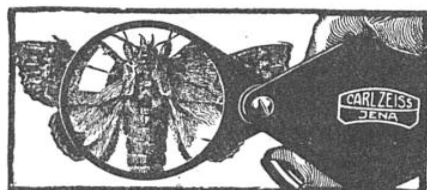
est l'instrument universel, idéal, et indispensable à tout amateur curieux d'observer tout ce qui se passe autour de lui. Cette mignonne longue-vue ne mesure que 7 cm. et ne pèse que 93 gr. Elle permet d'observer à toute distance, depuis l'infini jusqu'à 2 m. 50. A cette dernière distance, elle sert de télescope et, par l'adjonction d'une bonnette + 6 dptr., par exemple, se transforme en une loupe 12 × à grande distance frontale (17 cm.). C'est la loupe rêvée et recherchée des collectionneurs, naturalistes, etc.

La "TELLUP" ZEISS



RÉUNIT EN UN SEUL, TROIS INSTRUMENTS :
Une longue-vue 2,5 × ; une télescope 2,5 × ; une loupe 6 ×.

Les LOUPES PLIANTES ZEISS



de grossissements 2,5 × à 27 ×, fermantes, à manche et en monture cylindrique, répondent pratiquement à toutes les exigences.

Demandez l'envoi gratuit et franco de la Notice LOUPES 77 à

SOCIÉTÉ OPTICA

18-20, faubourg du Temple - PARIS-XI^e

concessionnaire pour la France de



**Augmentez
votre valeur
personnelle**

*Dans les affaires, comme
dans la vie privée, vos
succès croîtront.*

Dégagez les aptitudes insoupçonnées qui sommeillent en vous. Une personnalité bien développée, forte ou séduisante, vous impose à autrui et vous assure la supériorité. Pour pouvoir prétendre à une situation plus élevée, à un gain plus intéressant, il vous faut des capacités plus nombreuses, une plus grande valeur sociale.

LE SYSTÈME PELMAN développera remarquablement votre personnalité. Il assure mémoire fidèle, attention soutenue, jugement lucide et immédiat, volonté tenace, décision prompte et ferme, conceptions fructueuses, confiance en soi, initiative.

Faites tout de suite le premier pas vers le succès : demandez aujourd'hui même la brochure explicative de cette méthode rigoureusement scientifique, attrayante, simple et pratique. Elle vous sera envoyée contre **1 franc** en timbres.

ÉCRIVEZ
OU PASSEZ

A

**SYSTÈME
PELMAN**

33, rue Boissy-d'Anglas, 33
PARIS (8)^e

Vous pouvez apprendre l'ANGLAIS, l'ALLEMAND, l'ESPAGNOL, en cent heures d'étude.

La Méthode Linguaphone vous le permet.

HIER, pour parler correctement une langue étrangère, un long et coûteux séjour dans le pays était indispensable.

AUJOURD'HUI, c'est l'étranger qui vient à vous, sur un disque de phonographe, sans vous causer le moindre dérangement.

LA MÉTHODE LINGUAPHONE

La Méthode LINGUAPHONE, c'est le professeur chez vous, à toute heure du jour et de la nuit, toujours prêt à vous répéter ce qu'il vient de dire, d'une voix aussi nette, aussi calme à la fin de la plus longue leçon qu'à la première minute. A raison d'une heure par jour et avec n'importe quelle marque de phonographe, vous connaîtrez parfaitement une langue en trois mois. Ensuite, LINGUAPHONE, sans un sou de dépense supplémentaire, remplira le même office auprès de tous les membres de votre famille.

Lorsque nous disons "connaître une langue", cela ne signifie pas seulement arriver à savoir les quelques phrases qui vous permettraient de vous débrouiller en pays étranger, mais acquérir une réelle connaissance de cette langue, en posséder l'accent comme si vous aviez séjourné plusieurs années dans le pays même et, enfin, chose qu'aucun enseignement ne peut garantir, être certain, en très peu de temps, de comprendre parfaitement ce qu'un étranger vous dit dans sa langue, même s'il parle rapidement.

Un enfant français, élevé à l'étranger, apprend la langue du pays où il se trouve, avec la même facilité que sa langue maternelle.

Pourquoi un adulte ne parvient-il pas au même résultat sans plus d'effort, si on le place dans les mêmes conditions que l'enfant, en faisant appel simultanément à sa mémoire auditive, à sa vue, à son intelligence et, par la suite, à son esprit d'imitation ?

C'est là le principe essentiel de la Méthode LINGUAPHONE, dont le matériel consiste en une série de disques et en un volume illustré, ce qui permet à l'élève d'entendre le son de chaque mot en même temps qu'il lit le mot imprimé et qu'il voit l'objet évoqué.

Par ce moyen, l'association du son et du sens devient très vite automatique, d'autant plus que la Méthode LINGUAPHONE est un professeur inlassable, qui prononce admirablement et répète chaque leçon autant de fois qu'on le veut. Ecoutez-le une heure, une demi-heure par jour. Bientôt, hors de toute présence intimidante, vous saurez reproduire, avec une parfaite exactitude, les sons tant de fois entendus, comme l'enfant répète les mots prononcés par sa mère, mais avec, en plus, les avantages de vos "facultés" d'adulte.

UNE DÉMONSTRATION GRATUITE

Aucun texte ne peut exprimer l'enchantement qu'on a de l'écouter. Il faut entendre la merveilleuse Méthode LINGUAPHONE à l'un de nos postes de démonstration :

à PARIS, 12, rue Lincoln (Champs-Élysées) ;

à LYON, 1, rue Lanterne.

LINGUAPHONE étend son offre à ceux qui ne peuvent se déplacer par l'envoi d'une brochure détaillée, offrant, chez soi, un essai gratuit de 8 jours.

Venez nous voir ou retournez-nous le coupon ci-dessous, aujourd'hui même :

12 LANGUES ANGLAIS ALLEMAND ESPAGNOL ITALIEN RUSSE NÉERLANDAIS FRANÇAIS ESPÉRANTO CHINOIS PERSAN AFRIKAANS IRLANDAIS	LINGUAPHONE INSTITUTE (Section A 78) 12, rue Lincoln (Champs-Élysées), PARIS-8 ^e
Monsieur le Directeur, Je vous prie de m'adresser, gratuitement et sans engagement de ma part, votre brochure annoncée ci-dessus donnant tous les renseignements sur la Méthode LINGUAPHONE et les indications permettant de faire un essai gratuit.	
Nom :	
Adresse :	
Ville : Département :	

CONCOURS PROBABLE EN 1931

LA CARRIÈRE D'INSPECTEUR DU CONTRÔLE DE L'ÉTAT
SUR LES CHEMINS DE FER

Organisation générale du Contrôle des chemins de fer d'intérêt général

L'État exerce sur les réseaux d'intérêt général un contrôle, qui est actuellement réparti en six Directions suivant la spécialité : lignes nouvelles, voie et bâtiments, exploitation technique, matériel et traction, travail des agents, exploitation commerciale.

Les Inspecteurs du Contrôle de l'État sont à la base de la hiérarchie : seul, le contrôle du travail échappe complètement à leur compétence. Leurs chefs sont des Ingénieurs ordinaires et des Ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées ou des Mines pour ce qui concerne la partie technique. En matière commerciale, ils sont sous les ordres des Inspecteurs principaux et Contrôleurs généraux de l'Exploitation Commerciale.

Attributions de l'Inspecteur du Contrôle

L'Inspecteur instruit au premier degré les accidents et incidents d'exploitation, les vœux relatifs à la marche des trains, à la création et à l'amélioration des gares, stations ou haltes et de leurs annexes, au service des passages à niveau ; il surveille la composition et la circulation des trains, l'entretien des locaux et du matériel ; il reçoit les plaintes du public et leur donne la suite qu'elles comportent.

En sa qualité d'officier de police judiciaire, il constate, par ses procès-verbaux, les accidents d'une certaine gravité ainsi que les infractions à la police des chemins de fer. Il recueille la documentation nécessaire à l'examen des propositions relatives aux tarifs, etc.

Nature et caractère de la fonction

L'Inspecteur du Contrôle n'est pas astreint à des heures fixes de bureau ; une partie de son temps est d'ailleurs consacrée aux tournées qu'il organise librement, en groupant au mieux les affaires qu'il a à traiter. Il ne lui est imposé de délai relativement court que pour les enquêtes sur les accidents très graves.

Les questions confiées à son examen sont des plus variées. Il lui est, du reste, laissé beaucoup d'initiative. Tout ce qu'il remarque dans ses tournées peut être consigné dans ses rapports.

Dans ces dernières années, l'Administration supérieure lui a marqué sa confiance en lui laissant le soin de donner la suite définitive aux plaintes déposées dans les gares, ainsi que de préparer l'avis à donner au parquet au cas de procès-verbal dressé par lui.

Son service l'appelle à entrer en relations avec les Chambres de Commerce, les Chambres consultatives des Arts et Manufactures, les Syndicats patronaux, etc. En contact quasi permanent avec les agents et avec les usagers des chemins de fer, il jouit, auprès d'eux, d'une considération certaine.

Lorsqu'il débute dans un poste à plusieurs titulaires, il n'est en rien subordonné aux autres Inspecteurs. Il en est le collègue purement et simplement. S'il est nommé à un poste unique, il trouve en ses voisins des conseillers sûrs, qui lui épargnent tâtonnements ou erreurs.

Ses déplacements dans sa circonscription lui sont rendus faciles grâce à une **carte de circulation**, qui lui permet d'emprunter non seulement tous les trains de voyageurs, mais aussi les trains de marchandises et même les machines, à certaines conditions.

A noter que la plupart des postes sont placés dans des **villes assez importantes**. Enfin, détail qui n'est pas négligeable, l'Inspecteur a, le plus souvent, un **bureau convenablement installé**.

En résumé, fonction intéressante, occupations très variées, service mi-actif, mi-sédentaire, grande indépendance et de la considération.

Résidence

S'il le désire, l'Inspecteur du Contrôle peut avoir tous ses avancements sur place et, par conséquent, ne pas être astreint à des déménagements.

Traitements et indemnités (1)

Les traitements fixes actuels vont de **13.000 à 30.000** francs, par échelons de 2.400 francs. A ce point de vue, les Inspecteurs du Contrôle de l'État sont assimilés aux Ingénieurs des Travaux publics de l'État.

Sans être automatique, l'avancement de classe a lieu, en fait, tous les quatre ans à l'ancienneté et tous les trois ans au choix.

Aux traitements s'ajoutent :

- 1° L'indemnité de résidence, allouée à tous les fonctionnaires par la loi du 13 juillet 1925 ;
- 2° L'indemnité pour charges de famille, le cas échéant ;
- 3° Une **indemnité de fonction** de 500 à 1.700 francs, le cas échéant ;
- 4° Une **indemnité d'intérim** de 50 francs par mois ;
- 5° Une indemnité pour **frais de tournée** pouvant aller jusqu'à 2.000 francs et au delà de 3.000 francs sur le réseau d'Alsace-Lorraine ;
- 6° Certains Inspecteurs ont également le **contrôle de voies ferrées d'intérêt local** et reçoivent, à ce titre, une indemnité spéciale (500 à 1.000 francs).

La **pension de retraite** est acquise à l'âge de soixante-trois ans.

Sur le réseau auquel il est attaché, l'Inspecteur reçoit des **permis de 1^{re} classe pour les membres de sa famille**, dans les mêmes conditions que les agents eux-mêmes. Sur les autres réseaux, l'Inspecteur et les siens ont également des facilités de circulation. A l'heure où les voyages sont si onéreux, cet avantage est réellement appréciable.

Congés

L'Inspecteur a un congé annuel de trois semaines. En outre, depuis quelques années, il lui est donné, en sus des dimanches qu'il doit passer dans la localité, un repos de trois jours consécutifs tous les mois.

Accès aux grades supérieurs

L'Inspecteur du Contrôle peut accéder au grade d'Inspecteur Principal de l'Exploitation Commerciale, soit par le concours ordinaire au bout de six années de service, soit par l'**examen professionnel** après douze ans (traitements actuels allant à **40.000** francs, indemnités pour frais de tournées et pour frais de bureau, etc...). A remarquer que les Contrôleurs généraux sont recrutés, sans examen, parmi les Inspecteurs principaux (traitement maximum actuel : **60.000** francs).

Conditions d'admission (2)

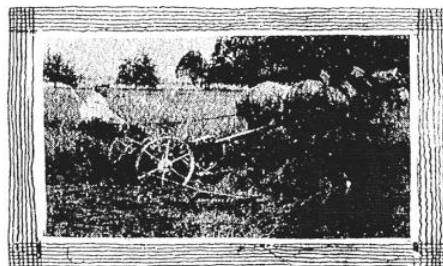
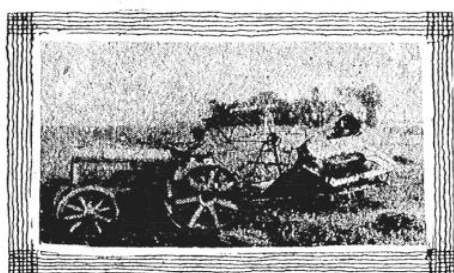
Aucun diplôme n'est exigé ; une bonne instruction primaire peut suffire. Pour les matières spéciales au concours, l'École Spéciale d'Administration, 4, rue Férou, Paris, 6^e, s'est assuré le concours de gens qualifiés.

(1) Fixe et accessoires, compte tenu des services militaires, le début peut former le chiffre d'environ 18.000 à 20.000 francs.
(2) Aucun diplôme n'est exigé. Âge : de 21 à 30 ans, avec prorogation des services militaires. Demander les matières du programme à l'École Spéciale d'Administration, 4, rue Férou, Paris 6^e.

A SOL FRANÇAIS
MACHINES FRANÇAISES

Une preuve
d'exceptionnelle qualité française
qui ne se discute pas.

Les Lieuses et



Les Faucheuses

AMOUROUX

ÉTABLISSEMENTS
FONDÉS EN 1873

FRÈRES

beneficient de plus d'un demi-siècle d'expérience

et sont les seules au monde qui comportent
des pièces en acier électrique
de véritables engrenages hélicoïdaux,
le graissage automatique sous pression "Lub"
et une garantie effective de
dix ans
délivrée sur papier timbré



R.C. Toulouse 251 B

LA VENTE DE SOLDES BURBERRYS

créée il y a vingt ans, a lieu chaque année,



au début de janvier, et, pendant la durée de cette vente, un grand nombre de vêtements de tous genres et de toutes formes provenant de stocks superflus, modèles ayant fait l'étalage, séries dés-assorties, sont offerts au choix du public, aux

PRIX LES PLUS BAS

qui soient compatibles avec le

STANDARD DE QUALITÉ BURBERRYS

LE BURBERRY

Pour hommes
310 fr.

Pour enfants
(2 ans)
140 fr.

Pour dames
325 fr.



CATALOGUE N° 5 FRANCO SUR DEMANDE

BURBERRYS, 8-10, boul. Malesherbes, PARIS

Exceptionnellement, pendant cette vente, la Maison restera ouverte le samedi après-midi.



LA "Ré Bo" EST UNE PETITE MACHINE A CALCULER

Elle fait, seule et sans erreurs, les additions aussi longues soient-elles, les soustractions, les multiplications et même les divisions. Elle ne nécessite pas d'apprentissage.

LA "Ré Bo" A UNE FOULE D'APPLICATIONS

Le chef s'en sert pour vérifier ses comptes ; la dactylo, ses factures. Avec la "Ré Bo", le magasinier compte les objets et fait l'inventaire ; le comptable totalise vite et sans erreurs, même au milieu du bruit ou s'il est dérangé. Le caissier connaît à chaque instant le solde de sa caisse ; le vendeur totalise instantanément ses débits.

Monsieur se sert de la "Ré Bo" pour ses affaires ; **Madame**, pour ses comptes ; l'**Écolier**, pour ses problèmes.

Elle ne coûte que 50 francs

en étui portefeuille façon cuir, ou **75 fr.** en étui portefeuille beau cuir. On peut y ajouter, comme accessoires, un socle à coût **18 fr.**, qui se ferme pour mettre la machine à l'abri de la poussière et qui permet d'avoir à volonté une machine de poche ou une machine de bureau, et un bloc chimique perpétuel spécial, à **8 fr.**, très utile pour y noter des chiffres.

Choisissez le modèle et les accessoires qu'il vous faut et demandez-les à

S. REYBAUD, 37, rue Sénac, MARSEILLE — Chèque postal: 90-63 —

Envoi immédiat, franco contre remboursement, en France. — Etranger : paiement d'avance, port en sus, 4 francs par machine ou par socle.

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

Etes-vous satisfait de votre travail ? de vos appointements ?

Si vous êtes pleinement satisfait de votre situation actuelle, tant au point de vue travail qu'au point de vue rémunération, ne continuez pas la lecture de cette annonce, - elle ne vous concerne pas.

Si, par contre, vous êtes ambitieux et voyez votre situation stationnaire, vos appointements peu élevés, - alors, lisez attentivement ce qui suit : votre changement de vie en dépend.

Il existe, dans les affaires, des postes qui permettent de se créer très rapidement une belle situation : ces postes appartiennent aux services commerciaux de toutes les firmes. En effet, le chef d'entreprise accepte facilement de verser de gros appointements à ses collaborateurs de la vente et de la publicité, alors qu'il ne réserve souvent que des salaires de famine à ses services techniques, administratifs et comptables. De plus, le travail qu'exigent ces premières fonctions, est passionnant, toujours renouvelé et, par suite, jamais monotone.

Pourquoi, dans ces conditions, ne pas essayer de devenir :

Chef de Vente,
Chef de Publicité,
Directeur commercial,

situations qui vous permettront d'être considéré et de gagner largement votre vie. Vous serez mis en présence de problèmes intéressants et continuellement en contact avec de puissants conducteurs d'affaires.

Lisez plutôt ce qui est arrivé à ce jeune homme, histoire prise au hasard parmi tant d'autres :

« Après avoir fait des études techniques solides et obtenu son diplôme d'ingénieur, il végétait dans un service de l'une de nos grandes administrations. Ne voyant pas la possibilité d'améliorer sa situation, il commençait à désespérer. C'est alors qu'il nous a retourné le bon identique à celui joint à cette annonce. Depuis un an, il est chef de publicité, gagne 4.000 francs par mois et ne s'arrêtera certainement pas là, car il lui est permis d'avoir des initiatives et son avancement ne se fera pas par ancienneté. »

Voulez-vous faire de même ?

Vous le pouvez, si vous avez de l'ambition et le ferme désir d'arriver. Le premier pas à faire dans ce sens est de découper le bon ci-dessous et de nous le retourner dûment rempli : vous recevrez, **gratuitement** et par **retour du courrier**, notre nouvelle plaquette illustrée, « POUR RÉUSSIR », qui vous donnera tous les renseignements sur les situations que vous pouvez obtenir et les connaissances qui vous seront, pour cela, indispensables.

Cette plaquette vous renseignera de plus sur nos méthodes et tous les services que nous mettons **gratuitement** à votre disposition : documentation, placement, etc., etc...

Nom :
Adresse :
Age :
Etudes faites :
Situation actuelle :

Joindre 1 fr. 50 en timbres pour frais de poste.

10

GROUPEMENT TECHNIQUE ET COMMERCIAL

23 bis, boulevard Arago, PARIS-XIII^e

BREVETS
LUMIÈRE & L. HERCK

Chermix

LE
CHAUFFAGE

SANS FEU
SANS FLAMME
SANS FUMÉE
SANS ODEUR
SANS GAZ NOCIFS

SÉCURITÉ
ÉCONOMIE
PROPRETÉ
HYGIÈNE
MODULÉ

PAR CATALYSE
DE L'ESSENCE

CATALOGUES
& NOTICES
FRANCO SUR DEMANDE A
SOCIÉTÉ LYONNAISE
DES
RÉCHAUDS
CATALYTICIQUES
28^B ROUTE DES SOLDATS
LYON-ST-CLAIR (Rhône) FRANCE

AGENCE ET DÉPÔT POUR PARIS
10¹ PELLETIER
38 RUE DU CHATEAU D'EAU
PARIS-XI



EFFORT SUPPRIMÉ - MANUTENTION RAPIDE

de pièces lourdes, en tous endroits

PAR LE

PONT DIARD dit "Pont Démontable Universel"

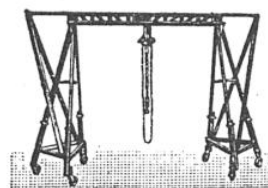
(Système Diard, breveté S. G. D. G., France et Étranger, dont brevet allemand)

APPAREIL DE LEVAGE

1° TRANSPORTABLE en éléments d'un faible poids et volume.



2° TRANSFORMABLE suivant l'état du sol ou la dimension tant des fardeaux que des locaux.



Le pont fixe de 1 tonne, avec palan spécial et chaînes d'entretoisement, ne coûte que 2.070 fr.

NOMBREUSES RÉFÉRENCES dans : Chemins de fer, Armée, Marine, Aviation, Travaux publics, Électricité, Agriculture, Industries chimiques, Métallurgie, Mécanique, Automobiles, etc... notamment en France, Angleterre, Hollande, Belgique, Suisse, Italie, Espagne, Portugal, Grèce, Pologne, Norvège, Yougoslavie, Turquie, Syrie, Palestine, Egypte, Tunisie, Algérie, Maroc, Sénégal, Côte d'Ivoire, Côte d'Or, Soudan, Cameroun, Congo, Madagascar, Cochinchine, Tonkin, Malaisie, Chine, Nouvelle-Calédonie, Chili, Bolivie, Pérou, Venezuela, Brésil, Argentine.

Demander Notices en français, anglais, espagnol, hollandais

2 bis, rue Camille-Desmoulins, LEVALLOIS-PERRET (Seine) — Tél. : Pereire 04-32



Des milliers de demandes nous parviennent de tous les points du globe, émanant d'entrepreneurs de transports, d'agriculteurs, de tous les usagers, en un mot, du moteur à explosion (moteurs marins, moteurs fixes, etc.).

Le **Carburateur chimique CATALEX**, monté sans aucune modification sur leurs moteurs, les fait fonctionner immédiatement aux **HUILES LOURDES (CASOIL)**, réalisant ainsi une économie de 70 0/0 sur les frais de carburant, **SANS PERTE DE PUISSANCE, SANS ENCRASSEMENT, SANS ALTÉRER L'HUILE DE GRAISSAGE.**

De nombreuses expériences dans les laboratoires de mécanique de l'Etat, le succès au Meeting des Routes Pavées, permettent d'affirmer que le **Carburateur chimique CATALEX** transforme immédiatement en moteur à huiles lourdes un moteur à essence courant, tout en lui conservant intégralement ses qualités de souplesse, et réalise une économie considérable.

Pour tous renseignements, s'adresser, dans votre région, à nos concessionnaires et agents.

SALON DE LA MACHINE AGRICOLE

PARIS — PORTE DE VERSAILLES

20 - 25 Janvier 1931

Hall G - Stand 12

CATALEX

S. A. AU CAPITAL DE 33.500.000 fr.
104 - rue Danton - 104
LEVALLOIS (Seine)

Stylomine et non stylomine



Vous ne trouverez pas "STYLOMINE" dans le dictionnaire. Ce n'est pas un substantif, c'est une marque de porte-mine aux particularités bien spéciales. Par curiosité demandez, à votre papetier qu'il vous montre un véritable "STYLOMINE" automatique. Regardez le mécanisme d'avance des mines qui progressent millimètre par millimètre, les unes après les autres, par simple pression sur la tête du porte-mine. Regardez la pointe frein brevetée : ferme mais sans rigidité — Ce sont ces particularités qui font la marque "STYLOMINE". Refusez un porte-mine qui ne les présenterait pas, et exigez que le nom "STYLOMINE" soit bien gravé en tête de l'appareil



Quand allez-vous construire ? ...

Ne décidez rien à la légère, surtout si vous désirez que vos futurs locaux soient à l'abri de la chaleur, du froid, de l'humidité et des bruits extérieurs.

Mais savez-vous qu'une telle protection ne pouvait être réalisée, tout récemment encore, que par l'emploi de matériaux isolants très coûteux ?

Le problème a été résolu par l'apparition du matériau **HÉRACLITE**, composé de fibres de bois pétrifiées au mortier de magnésie.

Au point de vue thermique, l'**HÉRACLITE** possède un pouvoir isolant nettement supérieur (une paroi en **HÉRACLITE** de 10 cm d'épaisseur équivaut à un mur en briques de 120 cm). Parfaitement insonore, il élimine les bruits extérieurs et ceux des pièces voisines.

L'**HÉRACLITE** est ininflammable, insectifuge, élastique et indéformable. Sa grande légèreté, son prix intéressant permettent de réaliser rapidement, avec 25 % d'économie, toutes nouvelles constructions, ainsi que les travaux de surélévation d'immeubles ou d'aménagements d'appartements.

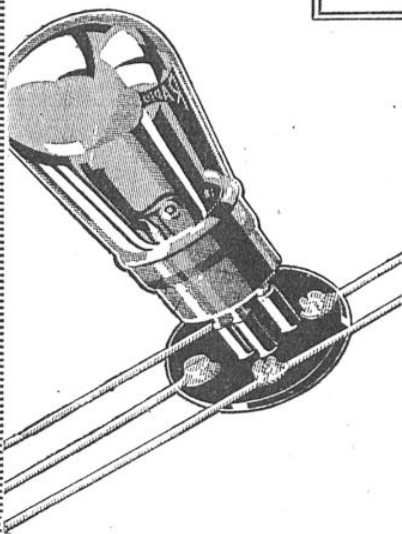
J. HUBER, Ingénieur Civil

Agent Général pour la France
75, avenue des Champs-Élysées, PARIS
Téléphone : ÉLYSÉES 03-01

HERACLITE

le matériau d'élite

NOUVELLE PRODUCTION



UN ESSAI DE QUELQUES-UNES DES LAMPES DE CHOIX

LAMPES GRILLE ÉCRAN

SC 4. - Postes à batteries.
SCN 4. - Postes réseau alternatif.
CWN 4. - Postes réseau alternatif.
SCG 4. - Postes réseau continu.

LAMPES BIGRILLES

MD 4. - Postes à batteries.
MN 4. - Postes réseau alternatif.

LAMPES DE PUISSANCE

YD 4. - Excellente finale.
XD 4. - Finale de grand rendement.
YN 4. - Pour réseau alternatif.
YG 6. - Pour réseau continu.

LAMPES TRIGRILLES

PB 4. - Très puissante.
PD 4. - Finale incomparable.
PG 5. - Pour réseau continu.

C'EST UN ESSAI CONCLUANT ET UN SUCCÈS ASSURÉ

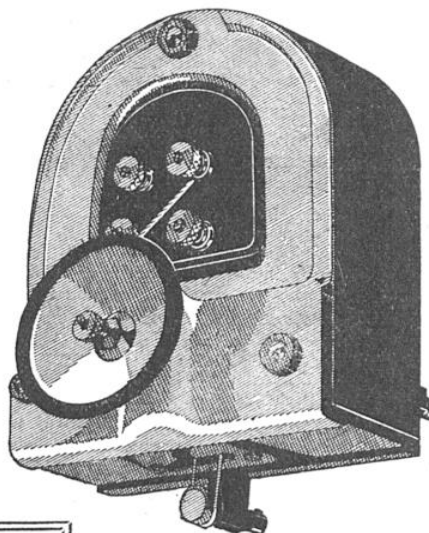
Il existe UNE LAMPE TRIOTRON pour chaque usage

Le puissant moteur "P" inégalé

LES PRODIGIEUX
MOTEURS
TRIOTRON
sont uniques

Hauts-Parleurs TRIOTRON
SE MÉFIER DES IMITATIONS

AGENCE GÉNÉRALE :
51, Rue de Paradis — PARIS



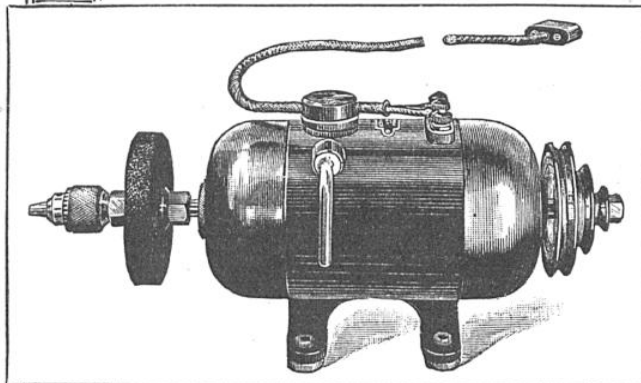
LYON : Forcinal, 170, route Nationale à Bron.
MARSEILLE : Berjoan, 2, rue des Convalescents.
ROUEN : Lapelley, 15 bis, rue du Vieux-Palais.
STRASBOURG : Castaing et Cie, 6, rue Kuhn.
TOULOUSE : Omnium Électrique, 48, rue Bayard.

LA MACHINE UNIVERSELLE

BREVETÉE FRANCE S. G. D. G. ET ÉTRANGER
LICENCE R. M. P.

GUERNET

91, avenue Georges-Clemenceau
NANTERRE (Seine)



PUISSANCE MAXIMUM : 1/4 cv

PRIX en 110-150 volts : ~

950 fr.

La seule donnant une
VITESSE FIXE et RÉGLABLE de 0 à 5.000 tours

SERT A TOUT :

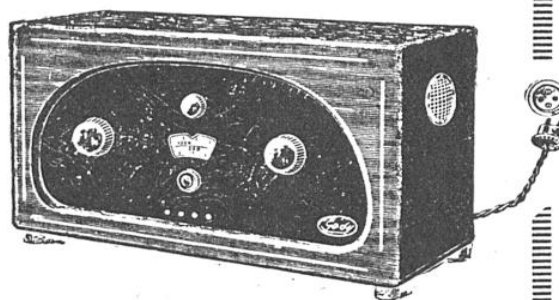
Moteur - Meule - Polisseuse - Perceuse, etc...

LA T. S. F. SANS ENNUIS AVEC LES GODY-SECTEUR

Type S.A.3. Poste à 3 lampes secteur,
à commande unique éclairée,
étalonnée en long. d'ondes Prise pick-up.
Prix (lampes comprises) 1.975 fr.
Complet avec diffuseur spécial .. 2.425 fr.

Type S.C.4. Poste à 4 lampes secteur,
changeur de fréquence,
recevant sur cadre ou fil intérieur. Prise
pick-up Commande unique latérale, lecture
directe en longueurs d'ondes.

Prix (lampes comprises) 3 275 fr.
Complet avec cadre et diffuseur. 3.975 fr.



Extrait de Catalogue franco. - Catalogue général, édition de luxe, contre 4.50

ÉTS GODY, à AMBOISE (I.-et-L.), spécialisés en T.S.F. depuis 1912
SUCCURSALES à : PARIS, 24, Boul. Beaumarchais (Rog. 24.08) - ANGERS - CLERMONT-FERRAND - ORLÉANS - POITIERS - TOURS

SPORTS

D'HIVER

PULL-OVERS laine de Mègeve, article très chaud, recommandé pour le ski, nuance mode 300. »
BONNETS 50. »
ÉCHARPES ... 100. »
MOUFFLES ... 50. »
SOCKETTES .. 50. »

SACS D'ALPINISTE en toile tyrolienne imperméable, fermeture à coulisse. Dimensions 44x43 $\frac{1}{2}$ m 42. »

RAQUETTES à NEIGE, SUISSE, reconnues les meilleures, les pièces de métal sont toutes étamées, les cordes sont tordues et imprégnées. Dimensions 42x22 $\frac{1}{2}$ m, la paire 45. »

Les mêmes, 46x26 $\frac{1}{2}$ m, la paire 50. »

PIOLETS extra-solides, sans incrustation dans le manche, pointe octogone, poids 1.200 grammes environ 125. »



SKIS « Alpestra » en frêne de pays, souple et très résistants.

Longueur	La paire
180 $\frac{1}{2}$ m	120. »
190 —	125. »
200 —	130. »
210 —	135. »
220 —	140. »
230 —	160. »

SKIS FRANÇAIS « Savoie » en frêne de montagne.

Longueur	La paire
180 $\frac{1}{2}$ m	175. »
190 —	185. »
200 —	190. »

BATONS POUR SKIS en noisetier, avec pique pyramidale, la paire 22,50, 28. » et 31. »

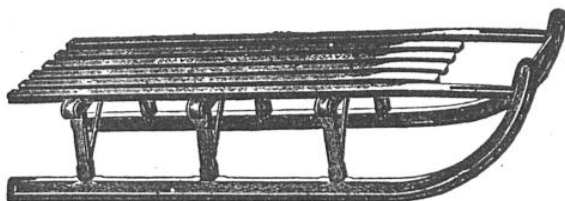
Les mêmes, en bambous tigrés, légers et résistants, piques coniques, longueur 130 $\frac{1}{2}$ m environ, la paire 47. » 52. » et 54. »



PATINS A GLACE « Roker », modèle 1 pièce, lame recourbée avec dents. Acier trempé nickelé 1^{re} qualité, la paire 107. »

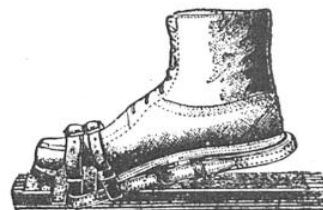


PATINS DE HOCKEY SUR GLACE « Polar-dux ». Modèle léger, très grande rigidité, lame polie de 3 $\frac{1}{2}$ m, corps nickelé mat, la paire 105. »



LUGES « Davos » en frêne dur, 1^{er} choix, très solides, ferrures plates soignées, arceaux en fer renforçant les montants, construction robuste.

1 place 70-80 $\frac{1}{2}$ m	75. »
2 places 100 $\frac{1}{2}$ m	90. »
3 places 120 $\frac{1}{2}$ m	100. »



CHAUSSURES DE SKIS, cuir gras fauve, claque doublée peau, semelles très fortes. La paire 295. » et 350. »

FIXATION « Huitfeldt » attaches à étrier métallique passant dans une mortaise ménagée dans l'épaisseur du ski, courroie talonnière d'une seule pièce en cuir fort munie de levier de serrage rapide. La paire 37. » et 52. »

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

Société Anonyme : Capital 15.000.000

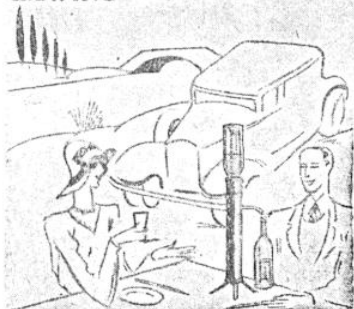
La plus importante Maison du Monde pour Fournitures Automobiles, Véloceipédie, Sports et Jeux

ALGER, BORDEAUX, DIJON, LILLE, LYON, MARSEILLE, NANCY, NANTES, NICE, BRUXELLES, ANVERS, LIÈGE, LA HAYE, MADRID, BARCELONE, RIO DE JANEIRO, BUENOS-AYRES, PUERTO-ALÈGRE, SAO-PAULO.

LE PROCÉDÉ **CARBOCHLORE**

(basé sur l'emploi des hypochlorites et du charbon actif Edouard Urbain)

CAMPING



USINES VILLAGES VILLEGIATURES



CHEZ SOI

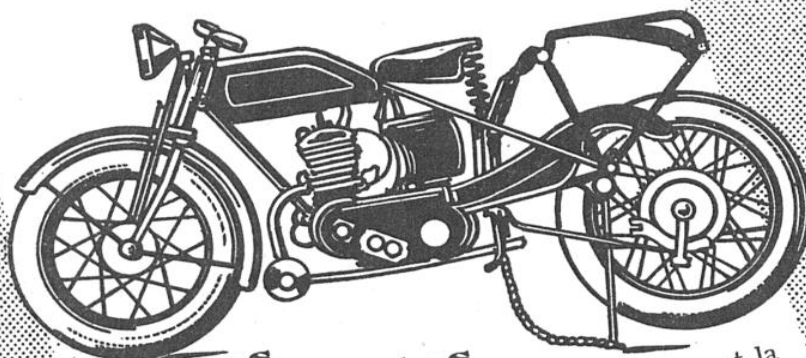


**ASSURE A TOUS
EN TOUTES CIRCONSTANCES
UNE EAU PURE STÉRILE
EXCELLENTE A BOIRE**

APPROUVÉ PAR LE CONSEIL SUP. D'HYGIÈNE PUBLIQUE DE FRANCE

S.A.P.R.A. 134, BOULEVARD HAUSSMANN PARIS - VIII:

(Voir la description à la page 529, N° de Décembre 1930)



Roues démontables

Gros avantage pour réparer rapidement sur la route ; un 1/2 tour d'écrou et la roue vient dans la main. Mais cette "simplification" exige un usinage précis, et un contrôle rigoureux. Vraiment la MONET-GOYON 1930 atteint la perfection en offrant un confort jamais égalé.

Si vous aimez la moto,
prenez une

MONET-GOYON

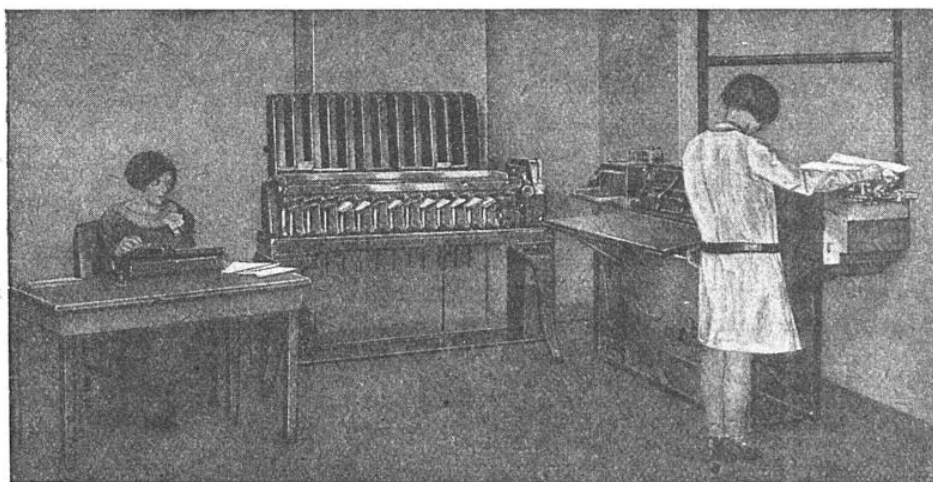
121, R. DU PAVILLON
MACON

Catalogue sur demande

Si j'avais su plus tôt...

C'est ainsi que s'expriment nos clients, lorsqu'ils utilisent nos machines depuis quelques mois, car, à ce moment, ils ont pu juger les incontestables avantages de la **carte perforée** et des **machines électriques**

HOLLERITH



VUE D'UNE INSTALLATION HOLLERITH

Toutes nos installations sont précédées d'une étude d'application gratuite et sans engagement, faite en collaboration avec la maison intéressée, qui peut ainsi juger sur une base **sûre**.

Références et documentation franco

Société Internationale de Machines Commerciales

29, boulevard Malesherbes, 29 - PARIS-8^e

Téléphone : ANJOU 14-13

R.C. Seine 147.080



Les Étab^{ts} Horace HURM 14, rue J.-J.-Rousseau, PARIS

— Maison fondée en 1910 —

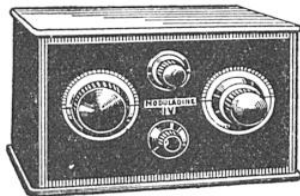
Ne sacrifient pas à la MODE la Qualité des Résultats...
GARANTISSENT un rendement OPTIMUM avec toutes leurs créations



CELESTION - MINIMAX

Le plus petit portable. 5 kg. Plus petit que Science et Vie ouvert. Reçoit les européens sur son cad-e-couvercle. En ordre de marche : 1.800 fr.

NÉO-VALISE
 4 lampes. Diffuseur Celestion.
 PRIX complet : 2.300 fr.

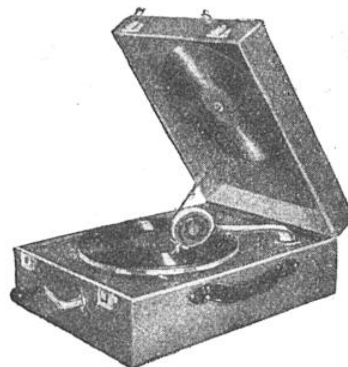


MODULADYNE IV-31

MUSICALITÉ PARFAITE.

Tous les perfectionnements.

Ordinaire : 700 fr. - Stella : 850 fr.
 Luxe : 1.000 fr.



VOXIA

Par son rendement vaut 3 fois son prix.
 Ce n'est plus du phono, c'est de l'art.
 PRIX : 360 fr.

SECTADYNE

Modulateur entièrement sur secteur alternatif. Ébénisterie luxe. Avec lampes.

PRIX : 3.900 fr.

TOUS NOS POSTES peuvent s'alimenter sur PILES, ACCUS OU SECTEUR. — Boîte d'alimentation "SECTA" sur secteur alternatif ou continu. — Installation complète de PICK-UP et de RADIO-PHONO

— Envoi de nos Catalogues contre 1 franc —

PUBLI-«ELGY»

de garçon le plus heureux !

UNE Boîte Meccano est une boîte enchantée, de laquelle sortent : Avions Autos, Métiers à tisser, Horloge - qui tous marchent, roulent, tissent, fonctionnent comme de véritables machines. Ainsi, l'heureux garçon qui reçoit une Boîte Meccano, devient possesseur de milliers de jouets qu'il peut construire lui-même en les variant à l'infini.

Ouvrez votre Boîte Meccano, prenez le tournevis que vous y trouverez et vous voici instantanément constructeur, inventeur, mécanicien ; les plus beaux modèles que vous pouvez rêver sortent de vos mains et vous pouvez en avoir un chaque jour si vous le désirez. Rien n'égale le plaisir que donne Meccano, et si vous voulez être le plus heureux garçon du monde, vous devez vous faire offrir une Boîte Meccano pour les fêtes.



GRATIS! Ce beau Livre
 Meccano pour Jeunes Gens.

Ecrivez nous aujourd'hui même pour nous demander ce livre passionnant plein de belles images ! Nous vous en enverrons un exemplaire franco en échange des noms et adresses de 3 de vos camarades. Ecrire au Service 32.

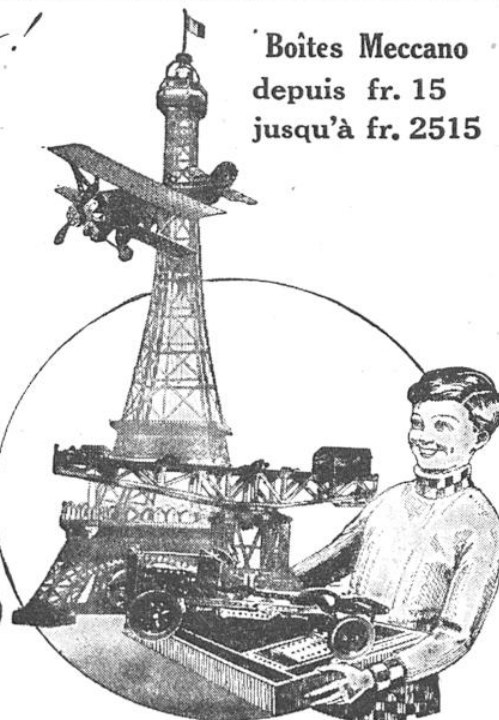
est celui qui reçoit un

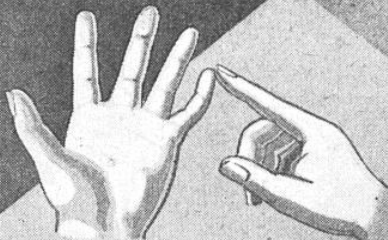
MECCANO

EN VENTE PARTOUT

MECCANO 78-80, Rue Rébeval, Paris (19°)

Boîtes Meccano
 depuis fr. 15
 jusqu'à fr. 2515

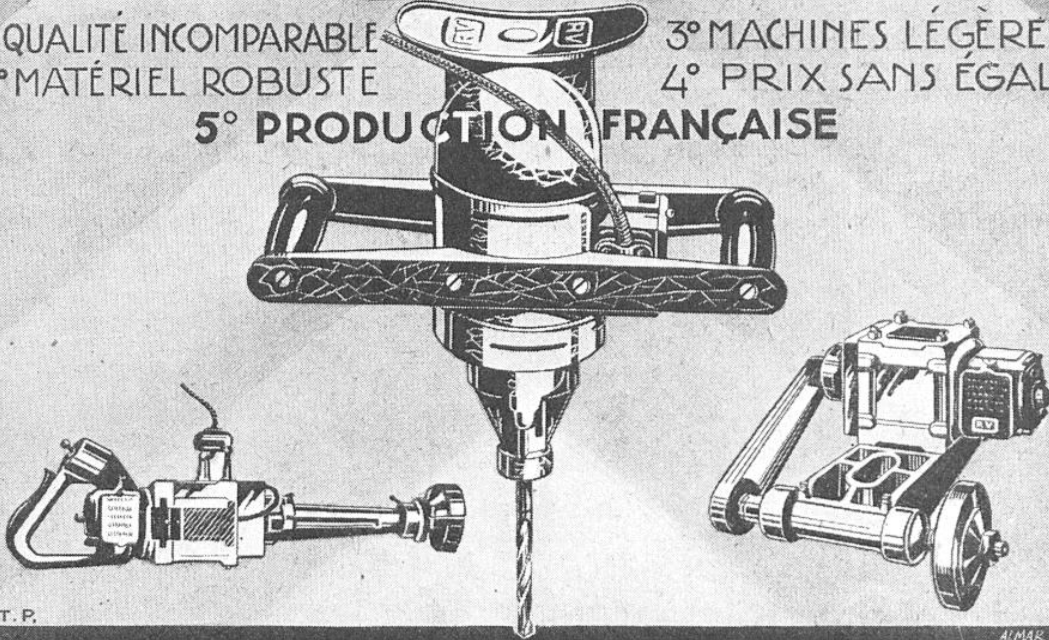




5 POINTS DE SUPERIORITE DE L'OUTILLAGE ÉLECTRIQUE

marque **R.V.** déposée

1° QUALITÉ INCOMPARABLE
2° MATÉRIEL ROBUSTE
3° MACHINES LÉGÈRES
4° PRIX SANS ÉGAL
5° PRODUCTION FRANÇAISE



O.T.P. ALMAR

SOCIÉTÉ ANONYME FRANÇAISE
RENÉ VOLET
(OUTILERVÉ)

PARIS-12°
20, aven. Daumesnil
Tél. : Did. 52-67
Outilervé-Paris 105

LILLE
28, rue Court-Debout
Tél. : 58-09
Outilervé-Lille

Capital : Frs 15.000.000
SIEGE SOCIAL :
VALENTON
(Seine-et-Oise)

BRUXELLES
65, rue des Foulons
Tél. : 176-54
Outilervé-Bruxelles

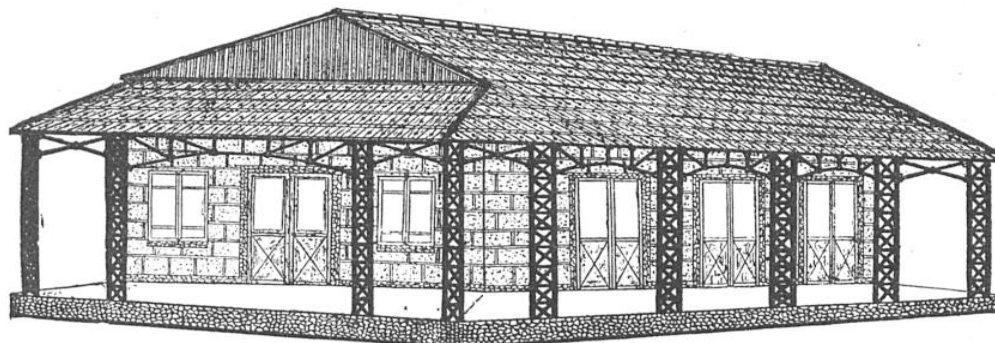
LONDRES E. C. 1
242, Goswell Road
Ph. Clerkenwell : 7.527
Outilervé-Barb-London

Bureaux à BORDEAUX et TOULOUSE — Bureaux provisoires, pour LYON et MARSEILLE : M. Merle, à Loriol (Drôme).

AGENCES dans les pays étrangers suivants :

ESPAGNE, Barcelone. — HOLLANDE, Amsterdam. — ITALIE, Turin. — TCHÉCOSLOVAQUIE, Prague. — AFRIQUE DU NORD, Alger. — MADAGASCAR, Tananarive. — INDOCHINE, Saigon, Phnom-Penh, Haiphong, Hanoi. — AUSTRALIE, Adélaïde. — JAPON, Kobé, Akashi-Machi. — CANADA, Toronto, Ontario. — MEXIQUE, Mexico. — CHILI, Saint'ago. — GRÈCE, Athènes. — POLOGNE, Varsovie. — YOUgosLAVIE, Belgrade. — PORTUGAL, Lisbonne. — SUISSE, Lausanne. — INDES, Calcutta, Madras. — BIRMANIE, Rangoon. — ALLEMAGNE, Berlin. — MARTINIQUE, Fort-de-France. — MAROC, Casablanca. — CUBA, La Havane. — SYRIE, Beyrouth. — ROUMANIE, Bucarest.

LA MAISON COLONIALE



AUX ETABLISSEMENTS JOHN REID,

En ce qui concerne votre demande de renseignements au sujet de la charpente métallique pour une maison d'habitation, je puis vous dire que j'ai été très satisfait de cet achat, puisqu'il m'a évité un tas d'ennuis avec les charpentiers indigènes. Le rendement du travail des indigènes devenant chaque jour illusoire pour des salaires de plus en plus élevés, j'estime que le système charpentes acier et boulons est la construction d'avenir, partout où les ouvriers d'art feront défaut.

A. FLOTTE, TULEAR (Madagascar).

Nous sommes tout à fait de l'avis de notre distingué correspondant lorsqu'il écrit : **Le système charpentes acier et boulons est la construction d'avenir**, mais ne nous permettra-t-il pas de dire qu'elle est la **construction du présent** ?

C'est la simple constatation des faits et non une vaine gloire qui nous fait avancer ceci.

Nous recevons, en effet, chaque jour, des lettres de colons nous racontant les déboires qu'ils avaient eus avec la main-d'œuvre indigène. Bien souvent, en effet, des colons doivent s'installer dans un pays neuf, loin de toute ville, sans logements habitables par des blancs. La main-d'œuvre existe, certes, mais elle est incompétente, difficile à diriger et, de plus, n'importe qui ne peut s'improviser architecte et entrepreneur du jour au lendemain. C'est pourquoi les **ossatures métalliques**, qui suppriment toute difficulté, ont un tel succès.

Souvent, la première fois, nos clients se contentent de nous demander une documentation générale sur la SÉRIE 46, qui groupe 30 modèles de pavillons métalliques. Cela ne leur prendrait pas beaucoup plus de temps s'ils voulaient bien nous dire, dès le début, le nombre et la dimension des pièces de l'habitation, le genre de toiture ou de plafonnage désiré, ce qui nous permettrait, par retour du courrier, de faire parvenir à nos correspondants un devis détaillé.

Ce n'est pas notre temps que nous voulons ménager, car il appartient à nos clients... mais un échange de correspondance évité peut permettre à nos clients d'abandonner trois ou quatre mois plus tôt un abri précaire pour un pavillon confortable, entouré ou non de vérandas, avec des pièces vastes et en nombre suffisant.

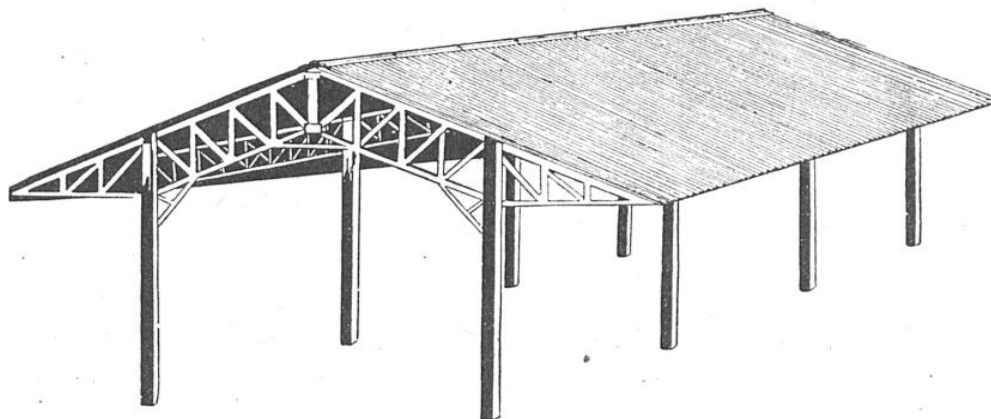
Nos correspondants ne se trouvent nullement engagés par le fait qu'ils nous demandent un devis ; aussi, quand ce ne serait qu'à titre purement documentaire, ils peuvent toujours écrire aux :

Établissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs

6 BIS, Quai du Havre, ROUEN

PAVILLONS POUR LA FRANCE ET LES COLONIES

LA SÉRIE 39 COMME PRÉAU



De toutes parts on s'occupe d'améliorer les écoles, afin de les rendre plus attrayantes, plus parfaites au point de vue de l'hygiène. Il est parfait que les classes soient bien éclairées et bien aérées par de larges fenêtres, et que la cour de récréation soit vaste, mais il faut songer aux jours de pluie qui contraindraient les enfants à rester dans les classes, faute d'un préau suffisant pour abriter leurs jeux.

De nombreuses municipalités, ayant à cœur le bien-être de leurs administrés, ont songé à remédier à cet état de choses et plus eurs se sont adressées à nous afin de savoir si nos **charpentes de série** ne pouvaient servir à faire des **préaux**. La **Série 39** convenait à de nombreux usages, pour-quoi pas à celui-ci ? Nous laissons au directeur d'une puissante forge de l'Est le soin de répondre ; cette usine avait fait construire une cité pour loger ses nombreux ouvriers, une école pour l'instruction de leurs enfants. C'est alors que le Conseil d'administration nous a priés de fournir un **préau** conçu au moyen d'éléments de la **Série 39**. La lettre suivante nous fut adressée il y a quelque temps.

Aux ÉTABLISSEMENTS JOHN REID, Rouen.

10 Décembre 1929.

Messieurs,

Nous vous informons que nous n'avons pas d'objections à formuler au sujet du petit bâtiment que vous nous avez fourni l'an dernier.

Cette construction répond bien à l'usage auquel elle était destinée, le montage en est rapide et simple.

Ce préau mesurait 5 mètres de large, plus un auvent d'un côté, sur 20 mètres de long et 4 m. 50 du sol en haut des poteaux. Le prix s'en décomposait comme suit :

5 fermes n° 10 surélevées de 1 mètre avec auvent d'un côté, à 594 francs..	2.970. »
4 séries d'entretoises à treillis complètes avec goussets et contre-fiches de pose, trois treillis par série, au prix de 441 francs la série de 5 mètres....	1.764. »
TOTAL.....	4.734. »
Toiture en fibro-ciment	3.219. »
Pannes en sapin du nord	1.826. »
TOTAL général.....	9.779. »

Il n'est pas une municipalité qui n'ait à dépenser une somme aussi minime pour permettre à ses enfants de jouer en plein air par tous les temps. Il n'est donc pas une municipalité qui ne soit susceptible d'utiliser la **Série 39**, qui peut aussi servir toutes sortes de bâtiments d'utilité publique, tels que **marchés couverts, salles de fêtes, etc., etc...**

C'est donc avec plaisir que nous étudierons tous les projets qui nous seront soumis par les municipalités, les administrations ou les particuliers.

Nous enverrons aussi, sur demande, notre brochure donnant les prix et caractéristiques de la **Série 39**.

Établissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs

6 BIS, Quai du Havre, ROUEN

FABRICATION DE BATIMENTS MÉTALLIQUES POUR LA CULTURE ET L'INDUSTRIE



Les Etablissements BARDON vous proposent une des trois solutions suivantes pour l'alimentation totale de votre récepteur sur le courant alternatif au moyen d'éléments

OXY-MÉTAL

- 1** Haute tension par "oxy-métal", basse tension par accumulateurs et "oxy-métal".
- 2** Haute tension par valve, basse tension par "oxy-métal".
- 3** Alimentation totale par "oxy-métal".

NOTICES, SCHÉMAS ET TOUS
RENSEIGNEMENTS A LETTRE LUE

E^{TS} BARDON

61, Boulevard Jean-Jaurès
à CLICHY (Seine)

franch
ER-35

La chimie n'est pas toujours bienfaisante.

Comment le matériel chimique de guerre moderne permet de se protéger contre les gaz toxiques. La conception scientifique des masques.

Jean Laurent 3

La France possède maintenant un moteur léger d'avion à huile lourde.
C'est une étape importante vers une plus grande sécurité et une plus grande économie de combustible en aviation. Le moteur à injection éliminera-t-il, un jour, le moteur à explosions à essence ?

José Le Boucher 11

L'avenir de la captation de l'énergie thermique des mers.

De l'usine d'essais de MM. Claude et Bouchérot à la future centrale des océans tropicaux. Les déclarations de M. Claude à l'envoyé spécial de La Science et la Vie.

Jean Labadié 18

Vers la solution du problème de la télévision en France et en Amérique.

Par étapes successives, le problème de la télévision trouvera prochainement une solution pratique. Dans cet ordre d'idées, un ingénieur français met au point un nouvel appareil dont le synchronisme est réglé au dix-millième de seconde. Le synchronisme est l'une des conditions essentielles de la télévision parfaite

Victor Jouglà 25

L'armée de demain sera une armée « tractée ».

La motorisation de l'armée anglaise a montré, au cours des dernières manœuvres, que la traction mécanique pouvait être substituée partout à la traction animale. Les armées modernes disposeront bientôt d'« unités » entièrement mécanisées.

Lieutenant-Colonel Reboul .. 35

Vers la photographie intégrale.

La nouvelle technique photographique résoudra-t-elle le problème du cinéma en couleurs et en relief ? En attendant, elle permet d'obtenir des photographies en noir donnant l'impression du relief.

L. Houlléviqne 44

Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

L'hélium, gaz ininflammable, et les dirigeables modernes.

La production de l'hélium dans le monde peut-elle suffire aux besoins de l'aéronautique ? C'est un point capital pour la sécurité du plus léger que l'air.

Jean Bodet 47

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

L'Angleterre se préoccupe, elle aussi, de l'utilisation de la houille bleue.
La régularisation de l'énergie par des accumulateurs de vapeur paraît une solution pratique de demain.

Jean Laurençon 51

Les locomotives en ordre de marche traversent les océans en cargos spécialement aménagés.

Un bateau, qui peut transporter neuf locomotives complètes, vient d'être mis en service par l'Angleterre.

Paul Lucas 53

Dix ans d'organisation industrielle et agricole en Syrie et au Liban.

Voilà un résultat tangible de la mission civilisatrice de la France.

Paul Fidès 55

Le disque de phonographe est aujourd'hui parfait grâce à l'enregistrement électrique.

Fidélité, puissance, enregistrement des plus grands orchestres ou d'une scène quelconque, tels sont les principaux avantages de l'enregistrement électrique, qui a permis à l'industrie phonographique de réaliser de notables progrès.

Félicien Faillet 61

La T. S. F. au service de la sécurité dans les mines.

C'est un moyen pratique de maintenir la liaison avec la salle des machines pendant la descente au fond.

C. Vinogradow 68

Ingénieur Radio E. S. E.

La musique de l'avenir sera-t-elle radioélectrique ?

Dans l'orgue radiophonique, le haut-parleur remplace le tuyau sonore.

E. Weiss 71

Ingénieur des Arts et Manufactures.

Le carburateur chimique permet d'utiliser l'huile lourde pour les moteurs à explosions.

C'est une solution ingénieuse qui permet de conserver le moteur à explosions sans l'alimenter à l'essence.

Jean Marton 75

Comment est réalisé un microscope moderne

Jean Marival 78

Les A côté de la science (inventions, découvertes et curiosités)

V. Rubor 81

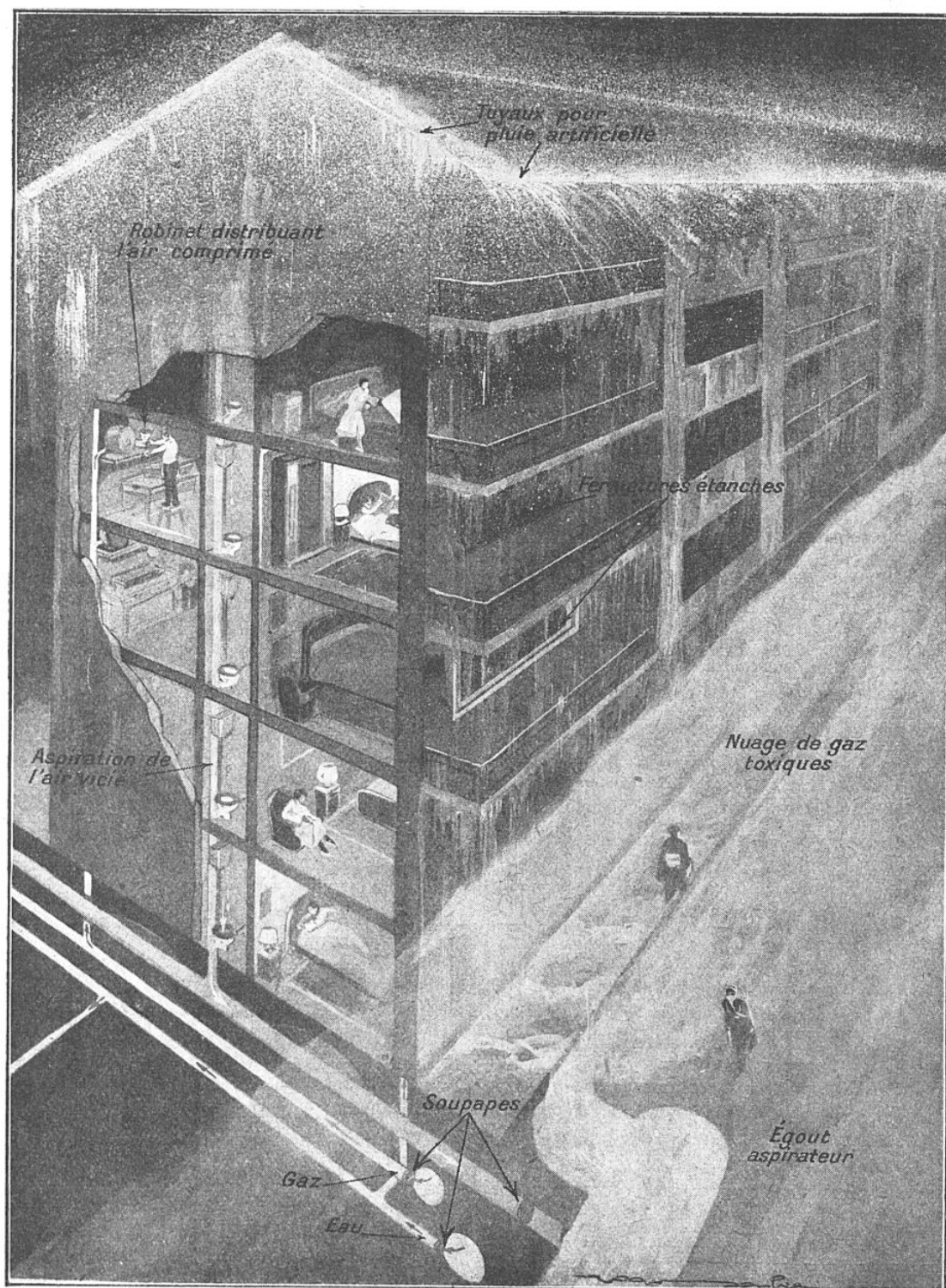
La T. S. F. et les Constructeurs

J. M. 85

Chez les Éditeurs

J. M. 86

La manutention mécanique permet surtout d'économiser le temps et de réaliser élégamment des opérations qui, jadis, exigeaient main-d'œuvre et durée. Naguère encore, on ne connaissait d'autre moyen, pour transporter des locomotives au delà des mers, que de les démonter avant le départ, d'en charger les pièces détachées sur des cargos et de les remonter à l'arrivée. Aujourd'hui, on les transporte entièrement montées, en ordre de marche, « prêtes à prendre le rail ». Dans ce but, l'Angleterre a établi des cargos spéciaux, qui peuvent transporter jusqu'à neuf locomotives complètes, logées dans des cales aménagées à cet effet. La couverture de ce numéro représente le chargement d'une locomotive à bord du nouveau cargo anglais « City-of-Barcelona », qui assure le transport des machines de la Grande-Bretagne aux Indes. (Voir l'article page 53 de ce numéro.)



EN UTILISANT LES CANALISATIONS URBAINES (ÉGOUTS, EAU, GAZ), POURRA-T-ON AMÉNAGER LES IMMEUBLES MODERNES EN ABRIS CONTRE LES GAZ TOXIQUES ?

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^e — Téléph. : Provence 15-21

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

Copyright by La Science et la Vie, Janvier 1931 - R. C. Seine 116.544

Tome XXXIX

Janvier 1931

Numéro 163

LA CHIMIE N'EST PAS TOUJOURS BIENFAISANTE Le matériel chimique de guerre.

Par Jean LAURENT

Si la science est bienfaisante dans la plupart de ses applications, elle est aussi la plus grande destructrice de vies humaines. Dans ce domaine, c'est, en effet, à la chimie moderne — qui date à peine de cinquante ans — que l'on doit les explosifs et les gaz de combat. Ces derniers ont donné naissance à ce qu'on appelle, depuis quinze ans, « le matériel chimique de guerre », au point de vue offensif comme au point de vue défensif. Les produits chimiques toxiques employés à cet effet sont multiples, et la chimie organique est particulièrement féconde à ce point de vue. Il serait fastidieux et superflu d'examiner tous les composés qui, aujourd'hui, sont nocifs. L'auteur de l'étude ci-dessous — particulièrement qualifié — en fait un exposé suffisamment complet, tout en restant suffisamment élémentaire. Le problème qui intéresse avant tout le public n'est pas la production des gaz de combat, mais, bien au contraire, les moyens de protection contre ces gaz. Les masques de 1915-1918 — déjà légendaires — ne sont plus efficaces. C'étaient — comme on le sait — de simples filtres chimiques, qui neutralisaient au passage les poisons contenus dans l'air aspiré. La technique, dans ce domaine comme dans tant d'autres, a marché à pas de géant. Demain, les gaz toxiques ne seront plus seulement projetés par l'artillerie ou par de simples émissions, mais déversés par l'aviation elle-même. L'atmosphère devenant alors intensément délétère, il est évident que les masques primitifs « en circuit ouvert » doivent céder la place aux masques « en circuit fermé », c'est-à-dire aux appareils régénérant automatiquement l'atmosphère respirée, et complètement étanches à l'atmosphère extérieure. Cette protection contre les gaz nocifs intéresse combattants et non-combattants. C'est pour cette raison que les municipalités se préoccupent, en Europe, non seulement d'équiper la population en masques protecteurs, mais encore de mettre à sa disposition des abris spéciaux où l'air serait constamment régénéré par des dispositifs appropriés. Dans cet ordre d'idées, nous avons trouvé, en parcourant journellement les inventions qui naissent dans le monde entier, un brevet récent qui prévoit l'utilisation des canalisations urbaines (eau, gaz, égouts) pour rendre les habitations habitables dans une atmosphère souillée (voir la page hors texte ci-contre). LA SCIENCE ET LA VIE se devait de faire connaître, sans parti pris, l'état actuel d'un problème technique qui intéresse au premier chef la sécurité.

EN septembre 1918, trente-six avions allemands étaient sur le point de quitter la Belgique chargés de bombes « elektron » à destination de Londres. Ces projectiles, dont l'enveloppe était faite d'un alliage aujourd'hui bien connu de magnésium et d'aluminium, contenaient encore du

magnésium, de l'aluminium, de l'oxyde de fer et de l'oxyde de baryum pulvérulents, dont la combinaison, sur le déclenchement d'un détonateur au chlorate de potasse, produisait une température d'environ 3.000 degrés centésimaux.

Chacune de ces bombes (d'une livre à un

kilogramme) perçant ou fondant la toiture métallique de nos maisons, y allumerait le plus terrible des incendies, rien ne pouvant combattre cette combustion « aluminothermique », dont on se sert aujourd'hui couramment pour la soudure autogène des rails. L'ennemi calculait que, si dix avions seulement parvenaient au-dessus de Londres, portant chacun plusieurs centaines de bombes, ils placeraient utilement la moitié de leurs projectiles. Aucun service de pompiers ne pouvait dès lors empêcher l'incendie de la capitale anglaise. La même menace planait sur Paris.

Une demi-heure avant le départ, l'état-major allemand donna le contre-ordre, jugeant inutile cette offensive désespérée sur la population civile, alors que l'issue de la guerre s'orientait vers des négociations imminentes.

D'autre part, c'est à la même époque que se terminaient, dans la boucle de la Seine de Maisons-Laffitte, en bordure de la forêt de Saint-Germain, l'installation d'un faux Paris nocturne, simulant les cinq grandes gares et leurs signaux de voie (seules lumières impossibles à masquer durant l'alerte), dont le cadre, joint au reflet argenté du fleuve, jalonnaient le vol de l'aviation ennemie.

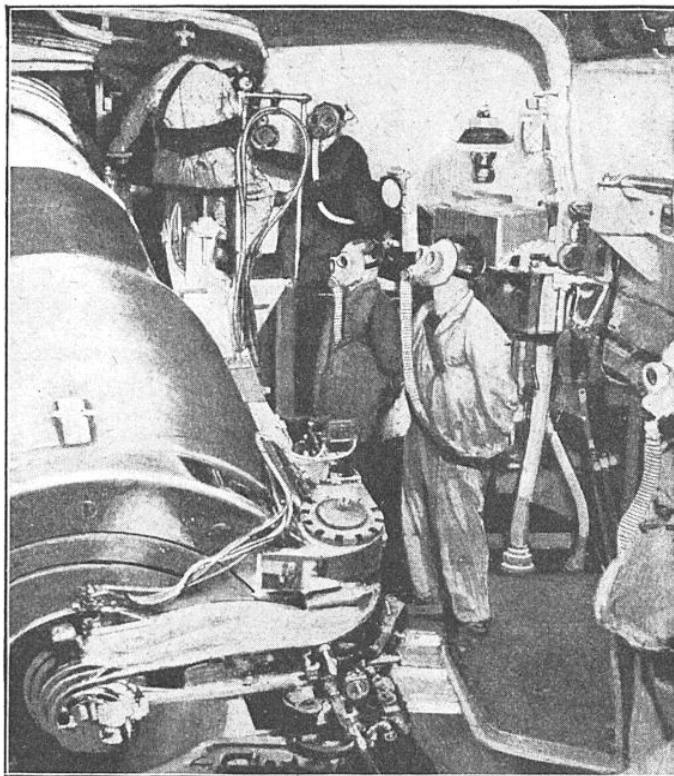
Ces deux exemples de tactique offensive et défensive, qui n'eurent pas à jouer en 1918, marquent certainement la forme que prendrait le conflit entre nations, s'il venait à se rallumer. La guerre repartirait évidemment du point où l'on en était resté à la cessation des dernières hostilités.

Nous nous proposons d'examiner, à la lumière des progrès les plus récents, quel serait l'aspect d'une guerre exploitant les ressources conjointes de la chimie et de l'aviation.

Pour parer à un danger il faut le connaître

Depuis qu'il y a des explosifs, la technique de la guerre est liée à celle des chimistes

et la poudre aluminothermique chargeant les modernes bombes « elektron » ne fait que succéder, en mieux, au feu grégeois de nos aïeux. La nouveauté de notre temps réside plutôt dans l'apparition des « gaz toxiques », dont l'emploi s'est intensifié à tel point, à partir de 1915, qu'en 1918 quatre-vingt projectiles sur cent (artillerie comprise) étaient chargés de ces produits. Transportés au-dessus des grandes villes à doses massives par les grands avions modernes, conjointement avec les explosifs et les



ARTILLEURS DE LA MARINE ANGLAISE DESSERVANT A BORD DU « MALBOROUGH » UNE PIÈCE DE GROS CALIBRE
Les hommes sont munis d'appareils respiratoires en circuit fermé (contre le dégagement d'oxyde de carbone).

bombes incendiaires, les gaz toxiques constitueraient la plus terrible des armes visant, non plus le front, mais les centres nerveux du pays attaqué (lieutenant-colonel Vauthier).

Il n'est pas facile d'opérer un recensement absolument complet des gaz de combat. De 1914 à 1918, plus de sept cents gaz différents furent étudiés par les Allemands : soixante-dix furent utilisés, dont une vingtaine seulement reçut un emploi courant.

Pour se reconnaître dans un tel dédale, il faut écarter délibérément toute classification par composition chimique, et adopter un ordre relatif aux effets physiolo-

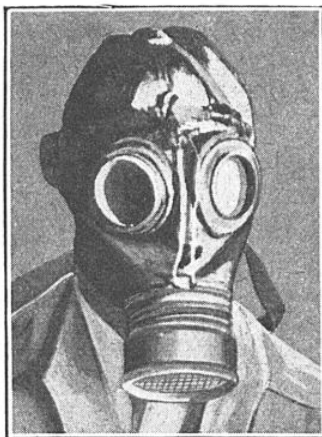
giques qui commandent l'emploi tactique de ces produits. C'est ainsi, pour nous borner à un exemple, qu'un gaz non toxique simplement irritant, « sternutatoire », passant à travers un filtre seulement efficace contre d'autres gaz plus dangereux, sera mis en action pour obliger les porteurs de masques à se découvrir, à la suite de violents éternuements.

On comprend, dès lors, que les gaz utilisés dans la guerre future seront aussi divers que les venins en erpétologie. On les utilisera par groupes, et les moins utiles ne seront pas ceux qui, agréablement parfumés, serviront à camoufler la présence des autres et, par suite, à ne pas éveiller la méfiance des populations non éduquées.

Rappelons quels étaient les gaz utilisés en 1915-1918

Voici donc l'énumération rapide des gaz de combat dont la fabrication industrielle est maintenant tout à fait au point. Nous l'empruntons aux savants spécialistes que sont le docteur belge Sillevaerts et le chimiste français H. Le Wita.

Les gaz lacrymogènes (xililbromid, bromauton), destinés seulement à aveugler momentanément les combattants, furent les premiers lancés, au début de la guerre, par l'artillerie. Ceux que fournit l'évaporation de



L'ESTHÉTIQUE DES MASQUES

A gauche, le masque allemand à la fin de la guerre. A droite, le masque prévu pour les mères afin d'éviter la frayeur aux enfants. Il est fait de celluloid transparent en Allemagne.

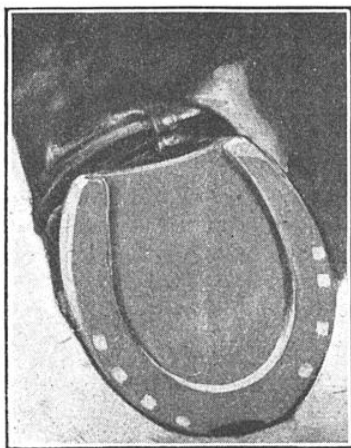
liquides à point d'ébullition élevé (chlorures et bromures de benzyle) ne semblent plus avoir d'utilité qu'aux mains de la police (les schupos allemands possèdent des pistolets qu'ils déchargent à la figure des malfaiteurs pour les maîtriser). Mais il en est d'autres qui, lacrymogènes à faible dose, deviennent suffocants à dose moyenne et puissamment toxiques à dose élevée, tels le brome, le chloropicrine, le chlorure de phénylcarbylamine.

Les sternutatoires, qui s'adressent aux muqueuses des voies respiratoires comme les lacrymogènes à celles de l'œil, se recrutent dans la catégorie des arsines (à base d'arsenic). Leur prototype est la diphénylmonochlorarsine.

Les suffocants, gaz les plus employés au cours des derniers conflits, s'attaquent directement aux organes respiratoires. Ils entraînent, suivant leur concentration et la durée d'exposition, soit des lésions passagères, soit des lésions plus graves à conséquences sans fin, le plus souvent mortelles : le chlore, le brome, le phosgène (oxychlorure de carbone), la palite, la surpalite, la papite, l'acroleïne composent cette famille (1).

Les vésicants s'attaquent

(1) Matières désignées sous le nom de « croix verte ».



CHAUSSURES DESTINÉES A PROTÉGER LES PIEDS DES CHEVAUX DU CONTACT AVEC L'YPÉRITE RÉPANDUE SUR LE SOL, UTILISÉES EN 1918 PAR L'ARMÉE AMÉRICAINE

à toutes les muqueuses sans distinction et, à dose concentrée, à l'épiderme, même à travers les vêtements. Le plus terrible d'entre eux : l'« ypérite » (sulfure d'éthyle dichloré), dit encore « gaz moutarde » régnait en maître, à la fin des hostilités (1). A moins que la température ne soit élevée, l'ypérite persiste dans le sol et sur les objets durant plusieurs jours. Ses brûlures vont du simple érythème à la plaie du troisième degré.

Le gaz *labyrinthique* (oxyde de méthyle dichloré) est particulier par ses effets de vertige. Les Allemands l'utilisèrent simultanément avec l'ypérite.

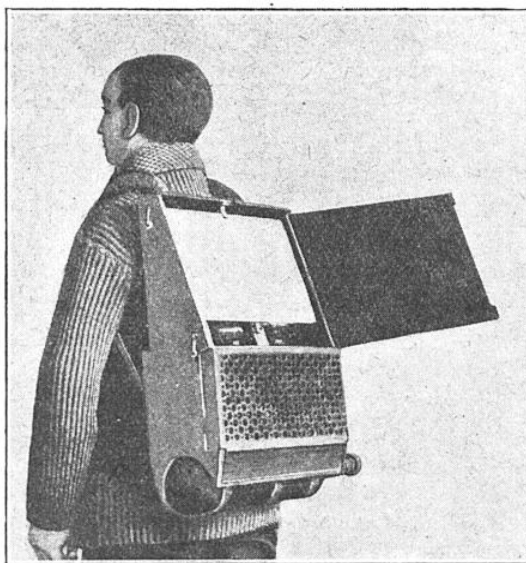
Les *fumigènes*, d'emploi purement tactique (tétrachlorure d'étain, phosphore rouge) sont destinés à former des écrans visuels masquant les objectifs à la vue de l'ennemi ou aveuglant celui-ci sur ses propres positions : dans ce dernier cas, l'anhydride sulfurique ajoute la toxicité à l'opacité de son nuage blanc. On sait que ces gaz fumigènes sont essayés dans la marine pour cacher les évolutions des escadres aux yeux de l'ennemi.

Les laboratoires, eux aussi, « forgent » des armes redoutables : c'est le matériel chimique de guerre

Mais voici les *gaz toxiques* proprement dits, ceux qui attaquent le système nerveux. A la dernière guerre, aucun d'eux n'était au point.

L'acide cyanhydrique, le plus caractéristique d'entre eux (avec l'hydrogène arsénieux, ou phosphoré, ou sulfuré) fut employé en 1916 par l'armée française, sur

(1) Matières désignées sous le nom de « croix jaune ».



L'APPAREIL RESPIRATOIRE FRANÇAIS « TISSOT », DONT LE SCHÉMA EST DONNÉ CI-DESSOUS

la Somme, sous le nom de « vincenite ». Le professeur Julius Meyer, de Breslau, évalue à 250 le nombre des morts occasionnés par les 5.000 tonnes projetées, quantité qui, en espace confiné, suffirait à tuer 20 milliards d'individus. C'est que l'acide cyanhydrique, très volatil, n'avait pas été encore stabilisé en 1918.

Cette stabilisation, par adjonction de produits lourds, il semble qu'elle soit bien près d'être réalisée — peut-être l'est-elle déjà par des procédés secrets. Dès maintenant, il existe

des brevets publics pris par l'*Interessen Gemeinschaft* et la *Deutsche Gold and Silber Anstalt* de Francfort.

Un gaz terrible créé depuis la guerre, c'est encore le *cacodylisocyanide*, combinaison judicieuse d'arsenic, d'acide cyanhydrique et de gaz vésicants. L'invention est américaine, mais chacun, maintenant, en possède la technique. Lancé en pluie par des avions, ce produit aveuglerait irrémédiablement les populations que toucheraient ses émanations.

Pour terminer, c'est l'oxyde de carbone, qui peut devenir, d'un jour à l'autre, le plus meurtrier des toxiques de combat. Déjà, l'éclatement en atmosphère confinée (abri, casemate) de simples obus modernes en dégage suffisamment pour constituer un danger. Que serait-ce, si des bombes étaient chargées à bloc d'oxyde de carbone liquide ?

Sans doute, la liquéfaction de ce gaz sans dissociation présente jusqu'ici des difficultés majeures. Ces difficultés seront-elles, demain, insurmontables ? Aucun gaz ne serait plus simple à fabriquer. Une arme aussi meurtrière et aussi peu coûteuse

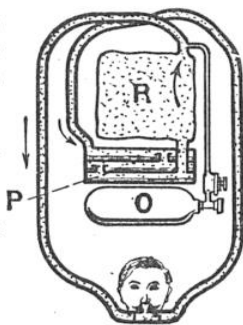


SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT DE L'APPAREIL « TISSOT »

L'air expiré traverse une solution de potasse P qui retient le gaz carbonique avant de pénétrer dans le sac respiratoire R, à la sortie duquel il est additionné d'oxygène emmagasiné sous pression dans la bouteille O.

aurait des effets absolument imprévisibles sur les agglomérations urbaines.

**Comment on se protège
contre les gaz toxiques :**

**I. Les masques à circuit ouvert,
simples filtres,
sont aujourd'hui inefficaces**

La vague de chlore par laquelle la guerre des gaz fut inaugurée, le 22 avril 1915, sur le front d'Ypres, nous valut 15.000 intoxiqués dont 5.000 tués. La deuxième agression (un mois après, le 24 mai, à Loos) causa seulement 7.000 intoxications et 350 morts.

Le taux des effectifs hors de combat par les gaz, quand débuta ce genre d'attaques était de 35 %. Il tomba à 24 %, grâce à des masques rudimentaires, puis à 6 et enfin à 2 1/2, dès qu'apparurent les masques perfectionnés.

Ces chiffres mesurent l'efficacité des moyens de défense. Il n'est donc, semble-t-il, que de les prévoir, afin d'éviter la surprise, la plus meurtrière des circonstances.

Nous ne pouvons qu'ébaucher ici le tableau de cette technique de la protection, dont l'évolution se poursuit sans répit à mesure que progresse l'arme qu'il s'agit de mettre en échec.

De simples tampons imbibés d'hyposulfite de soude ; le tampon P, à mélange d'huile

de ricin et de ricinate de soude ; la compresse imbibée de sulfonate de soude se succédèrent au cours des hostilités jusqu'à l'apparition des masques M₂, des masques Tambuté et enfin, des masques A. R. S., à tampon de charbon actif, qui furent si efficaces contre les gaz à concentration élevée. Puis, on dut pas-



APPAREIL ALLEMAND « DRÆGER H. S. S. », MODÈLE 1924

Sous le flasque de protection soulevé, on aperçoit la bouteille d'oxygène et le sac respiratoire. (Voir le dessin ci-dessus).

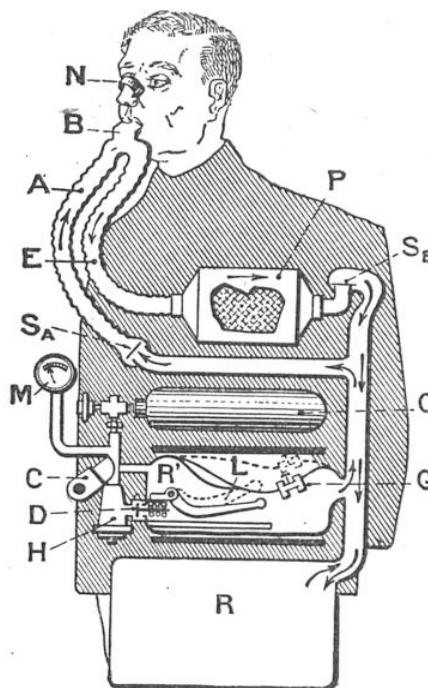


SCHÉMA DE L'APPAREIL « DRÆGER H. S. S. »

N, pince-nez ; B, embouchure ; A, tuyau d'aspiration ; E, tuyau d'expiration ; P, cartouche de potasse ; S_E, soupape d'expiration ; S_A, soupape d'aspiration ; O, bouteille d'oxygène avec son manomètre M ; C, bouton de commande de l'oxygène ; H, soupape réductrice de pression ; D, dosage automatique au moyen du mécanisme à levier L, qui commande le sac respiratoire auxiliaire R' ; G, soupape d'excès de pression ; R, sac respiratoire.

ser au « box » respiratoire anglais, dans lequel un tube d'alimentation vient se greffer au masque pour le relier au filtre. Finalement, ce système aboutit aux vastes récipients filtrants des Américains et aux formidables bidons Tissot.

L'élimination du seul oxyde de carbone exige un filtre spécial, un catalyseur qui le transforme en gaz carbonique par un supplément d'oxydation. Ces catalyseurs existent : les Américains les constituent par un mélange de 50 % de bioxyde de manganèse ; 30 % d'oxyde de cuivre ; 15 % d'oxyde de cobalt ; 5 % d'oxyde d'argent. Des variantes plus parfaites ont été créées tant en Amérique qu'en Allemagne et en France. Mais, la durée de ces filtres est limitée : si la matière filtrante agit par réaction chimique, elle s'use ; si elle est un catalyseur, elle devient inactive dès que l'humidité la sature. Ces masques, dits « inverses » ne suffiraient plus, même pour évacuer les populations.



APPAREIL ALLEMAND
« AUDOS », MODÈLE 1925
(Même principe que le Dräger.)

condition qui ne serait pas forcément garantie dans la guerre chimique future.

II. Les appareils à circuit fermé régénèrent automatiquement l'air respiré

Depuis 1927, les spécialistes nous mettent d'ailleurs en garde : au cas d'une attaque à concentration massive de gaz spéciaux, tous les masques filtrants deviendraient inutiles ; l'accumulation des matières filtrantes nécessaires pour chaque nature de gaz équivaut au bouchage radical de l'appel d'air — sans parler de l'insuffisance mécanique des poumons pour une aspiration aussi obstruée.

La durée du séjour dans les gaz concentrés pour les habitants d'une ville soumise à l'attaque par avions, serait d'un tel ordre que nos actuels masques réglementaires sont une absurdité. La constitution d'un stock de tels masques est donc condamnable. Encore plus le commerce privé qui les vend à la population civile. Les produits chimiques des filtres, instables par essence, ne se conservent, d'ailleurs, pas plus de quelques mois, et le caoutchouc qui rentre dans la fabrication des masques durcit rapidement et se fendille. Cependant, le caoutchouc utilisé en Allemagne serait assez malléable pour se conserver au moins neuf ans sans se couper.

Autre objection : aucun masque actuel, dit « universel », n'est efficace contre les arsines sternutatoires (1) : ils prêtent donc à la tac-

(1) Sauf un récent brevet de M. Femez.

Tous les appareils filtrants rapidement énumérés ci-dessus reviennent à aspirer l'air extérieur à travers du charbon actif qui absorbe les gaz toxiques et une ou deux matières chimiques qui les neutralisent. Ceci suppose que l'air ambiant contient suffisamment d'oxygène (15 à 12 %),

tique déjà notée de provoquer l'éternuement pour obliger à quitter le masque.

Le docteur Kostewitch, éminent chimiste du Comité technique d'artillerie russe pendant la guerre, est formel à ce sujet : le « charbon actif » ne peut jouer contre les gaz de l'avenir aucun rôle protecteur absorbant ; comme catalyseur, il sera vite enrayé par l'humidité.

Le masque « polyvalent » étant ainsi reconnu inexistant, il n'est d'autre ressource que de recourir à des appareils respiratoires *en circuit fermé*, usant, par exemple, d'oxygène comprimé — le gaz carbonique étant éliminé par absorption dans de la potasse ou de la soude caustique (système allemand Dräger). M. Georges Claude a établi de ces appareils à l'air liquide.

Mais, depuis 1927, les Allemands reviennent à la fabrication d'appareils régénérant l'oxygène par décomposition du gaz carbonique expiré, au moyen de peroxyde de sodium. L'idée n'est pas neuve.

La difficulté de la réaliser consiste dans la nécessité d'empêcher la précipitation du sodium qui, au contact de l'humidité, provoque le dégagement d'hydrogène — donc formation d'un mélange détonant, à l'intérieur de l'appareil ! La Compagnie Auer a vaincu cette difficulté. Le masque pèse cinq livres et demie. L'appareil allemand Inthabad, de construction récente, répond encore à ces difficultés.

Tels sont, présentement, les seuls appareils qui doivent assurer une protection efficace dans la future guerre chimique — à condition que les vêtements et le masque lui-même du porteur soient réfractaires à l'ypérite !

Mais le soldat peut-il porter un masque aussi encombrant ? Evidemment non. Il doit se contenter



L'APPAREIL AMÉRICAIN
« PAUL » A DOSAGE AUTOMATIQUE DE L'OXYGÈNE

d'un masque léger, lui permettant de voir dans toutes les directions.

Il faut organiser des abris scientifiquement établis et protégés

Finalement, nous voici parvenus à cette conclusion décevante que, dans cette concurrence de l'offensive par les gaz et de la défensive contre ces gaz, l'avantage demeure à l'attaque.

La protection collective des populations urbaines devra donc comporter l'aménagement de locaux où les gaz ne pourront pénétrer. Dans des abris collectifs souterrains (c'est-à-dire exposés à l'envahissement des gaz toxiques, toujours denses, par la moindre fissure), il faudrait installer un circulus hermétique d'air régénéré, soit par filtration de l'atmosphère puisée à l'extérieur (des machines pourraient faire, à travers les masses filtrantes nécessaires, l'appel d'air qui est interdit aux poumons), soit par régénération, au peroxyde, de l'atmosphère intérieure. Mais alors, quelles quantités de produit ne faudrait-il pas !

Les abris souterrains devraient tenir compte de ce que les grosses bombes de l'aviation moderne pénètrent 18 mètres de terre ou 4 mètres de béton. Les maisons ainsi abandonnées seraient alors exposées à l'incendie par les bombes « elektron », sans parler des explosifs.

Il convient de signaler ici l'idée ingénieuse que vient de breveter, en Allemagne, M. Ludavez Bartmann. Ce technicien propose d'utiliser les conduites actuelles de gaz et d'eau, ainsi que les égouts, de la manière suivante : à l'alerte, par un jeu de soupapes disposé d'avance, le gaz de ville contenu dans les conduites serait immédiatement évacué dans l'atmosphère, notamment par les réverbères, et remplacé aussitôt par de l'air comprimé respirable. Les portes et les fenêtres étant hermétiquement closes, une surpression de quelques millimètres d'eau serait établie de la sorte, à l'intérieur des maisons, et suffirait à refouler au dehors les gaz toxiques. Ceux-ci, d'autre part, seraient aspirés par la voie des égouts au moyen de puissants ventilateurs, tandis que les canalisations d'eau, aboutissant à des

tubes à pluie artificielle établis sur le faite et sur les corniches des maisons, réaliseraient la neutralisation de l'ypérite et du phosgène.

L'enseignement de l'accident survenu à Hambourg, le 30 mai 1928, est catégorique : si la pluie n'était pas tombée ce jour-là, et si le phosgène provenant de l'explosion n'avait pas été entraîné sur l'eau de la rivière, ce n'est pas 117 intoxiqués qu'il aurait fallu compter, mais 10.000, pour le moins. L'eau décompose, en effet, l'oxychlorure de carbone (phosgène) en gaz carbonique et acide chlorhydrique soluble dans l'eau. Contre l'ypérite, il faudrait mélanger à l'eau de l'hypochlorite de soude (procédé allemand Pschon).

D'autre part, la population civile doit être entraînée au port du masque. Des expériences sont faites en Allemagne à ce sujet. Le docteur Buscher a créé à cet effet une boîte comprenant des tubes contenant : des matières larymogènes ; des matières « croix verte » (phosgène, surpalite) ; des matières « croix bleue » (cyanide, aduisite) ; des matières « croix jaune » (ypérite, lenivisite), avec un pistolet pour les projeter. Les quantités ainsi émises ne seraient pas dangereuses, mais suffisantes néanmoins pour apprendre à mettre correctement un masque.

Le même docteur a imaginé des boîtes d'allumettes spéciales dégageant des doses infimes de ces produits, pour apprendre à les reconnaître à leur odeur.

Savoir, c'est prévoir et l'équilibre des forces est toujours le meilleur moyen de protection

Malgré tant d'ingéniosité, le cercle infernal de la guerre des gaz est un cercle vicieux : comment une ville ainsi paralysée — à supposer qu'une nation ait pu, dès le temps de paix, organiser une défense aussi minutieuse — pourrait-elle vivre ? Et comment s'effectueraient le ravitaillement ? Comment circuleraient les troupeaux de viande sur pied destinés aux abattoirs ?

Il faut avoir le courage de le dire, avec M. le professeur Langevin, cette guerre absurde n'aurait d'issue que par la riposte dans le massacre.



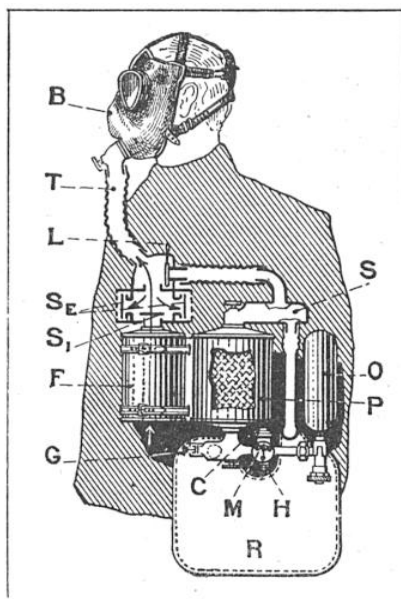
APPAREIL ANGLAIS « PROTO »
UTILISÉ DURANT LA GUERRE
(Circuit fermé, à oxygène.)

Et ceci nous conduit à examiner cette question éminemment épineuse : la fabrication massive des gaz de combat, en supposant que leurs véhicules naturels, les avions, seraient prêts au moment voulu.

Presque tous les produits toxiques dont nous avons parlé sont fabriqués, nous dit M. Henri Le Wita, « par les usines chimiques, pharmaceutiques, et principalement par celles de matières colorantes ».

Le trust allemand connu sous le nom d'*Interessen Gemeinschaft* rassemble 84 fabriques se décomposant comme il suit : 13 de colorants ; 7 de soie artificielle ; 15 d'explosifs ; 9 d'engrais ; 5 de produits chimiques divers ; 4 de couleurs minérales ; 5 de gaz comprimés ; 3 de textiles ; et 23 exploitations charbonnières fournissant la matière première (les dérivés de la houille). Le trust emploie 150.000 ouvriers. Son capital nominal est actuellement de 1.100 millions de marks-or, soit beaucoup plus de 6 milliards de francs.

On trouve là, par exemple, se fabriquant à jet continu, la monochlorhydrine de glycol que l'on peut, à volonté, transformer en indigo synthétique (industrie actuelle de paix) ou en ypérite.



APPAREIL ALLEMAND ULTRA-MODERNE A DOUBLE EFFET

Cet appareil permet de respirer soit en circuit ouvert (grâce au filtre F et au jeu de soupape S₁ et S₂), soit en circuit fermé (dans ce cas, la manœuvre du levier L dirige l'aspiration et l'expiration sur un sac respiratoire R alimenté par la bouteille d'oxygène O et purifié par la cartouche de potasse P). B, masque ; T, tuyau ; S, boîte à soupapes ; G, soupape d'excès de pression ; M, manomètre ; H, détenteur ; C, bouton de commande.

De même, le phosgène, la palite, la surpalite, la chloropicrine, le brome acétone, le diphenylarsine-chlorure, etc., etc., sont des matières à double fin. Du jour au lendemain, l'usine chimique de paix devient l'usine de guerre.

L'industrie chimique apparaît donc, par la force des choses, indépendamment de toute arrière-pensée guerrière, comme l'armature la plus indispensable à la contre-offensive.

Il semble que le temps soit passé de la prépondérance des machines de guerre prises en elles-mêmes : les canons, les avions surtout — ainsi que le démontre le lieutenant-colonel Vauthier dans son livre (1) — sont indispensables. Mais ce ne sont là que des armes vides ; seule, l'industrie chimique peut les alimenter en cas de guerre.

La France, comme toute grande nation, se doit d'avoir une industrie chimique indépendante dès le temps de paix.

Jamais l'adage ne fut plus clair, qui établit une relation rigoureusement réciproque entre le travail de la paix et la défense de la guerre.

JEAN LAURENT.

(1) *Le Danger aérien*, Berger-Levrault, éditeur.

L'AVIATION EN AMÉRIQUE :

Veut-on connaître des statistiques en 1929 susceptibles de donner une idée du prodigieux développement de l'aviation aux Etats-Unis ? Voici : plus de 200.000 voyageurs empruntent par an la navigation aérienne, près de 120 usines sont consacrées à la construction aéronautique, et fabriquent, par an, 3.000 appareils et pourraient en fournir 7.000 ! La production des industries de l'aviation représentait, en 1929, plus d'un milliard et demi de francs. Le Gouvernement américain consacre annuellement 3 milliards de francs à l'aviation. Ces chiffres se passent de commentaires, si on les compare aux budgets européens.

LA FRANCE POSSÈDE MAINTENANT UN MOTEUR LÉGER D'AVION A HUILE LOURDE ⁽¹⁾

Par José LE BOUCHER

LA SCIENCE ET LA VIE a présenté, dans son dernier numéro (2) le premier moteur d'avion à huile lourde mis en service en Amérique (genre Diesel). Depuis plusieurs années, un moteur du même type était à l'étude en France et vient d'être mis au point par l'ingénieur Clerget, dont un premier modèle de 100 ch a donné lieu à des expériences en vol satisfaisantes. Si son poids (2 kilogrammes par ch) et sa consommation de combustible (220 grammes par ch) apparaissent comme légèrement supérieurs aux caractéristiques correspondantes du moteur américain (1.050 grammes par ch, 180 grammes d'huile par ch), c'est que l'inventeur français n'a pas voulu se lancer dans les innovations de fabrication que nous avons signalées (nouveaux alliages légers, dispositifs mécaniques audacieux, etc.) et dont on doit attendre les résultats pratiques avant de les généraliser. Le grand intérêt du moteur d'avion à huile lourde étant surtout d'augmenter la sécurité aérienne, en écartant les dangers d'incendie, il paraît, en effet, logique de ne pas chercher à réaliser une légèreté qui n'a été obtenue sur les moteurs à explosion qu'après plus de vingt ans d'études et de perfectionnements.

PAR une coïncidence assez curieuse, les premiers moteurs d'aviation à huile lourde sortent en même temps aux Etats-Unis, en France, en Allemagne et en Italie.

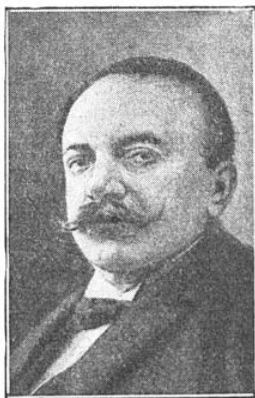
Nos lecteurs connaissent déjà le 400 ch Packard, en étoile, dont *La Science et la Vie* a donné une description détaillée (3).

Les Italiens, au cours de la récente « Journée des Ailes », ont présenté, en vol, un 180 ch Fiat 6 cylindres en ligne.

Junkers a un 600 ch en ligne qui a déjà volé.

La France a maintenant, elle aussi, un moteur d'aviation à combustion interne. C'est le Clerget, dès maintenant construit en deux types : l'un d'une puissance de 100 ch ; l'autre, de 200 ch.

Ainsi, les travaux entrepris dans différents pays autour d'une question capitale au re-



M. CLERGET
*Inventeur du nouveau
moteur français à huile
lourde.*

gard de la sécurité aérienne ont abouti presque en même temps. Il importera de considérer les différences qui existent entre les solutions intervenues, mais, auparavant, nous voudrions donner les caractéristiques du premier moteur français d'aviation à combustion interne.

On connaît M. Clerget. Son nom, ses travaux ont fortement marqué dans l'histoire des moteurs d'aviation. Quel pilote ne se rappelle le 110 Clerget, moteur rotatif, qui équipa des centaines et des centaines d'avions pendant la guerre ? Plus rares sont ceux qui eurent l'honneur de se servir du 160, l'un des

rare rotatifs, peut-être le seul, muni d'un système de double allumage. Le fameux Nieuport à tête de mort que Charles Nungesser conduisit tant de fois à la victoire durant la guerre, était « tiré » par un de ces Clerget 160. L'honneur nous échet, un jour de 1917, de piloter cet appareil dont le type était unique dans l'aviation française. L'extraordinaire nervosité de ce 160 et aussi la délicatesse de son réglage, quant à l'essence, restera toujours l'un de nos plus saisissants souvenirs. Nous songions à ces

(1) On désigne sous ce vocable : les huiles lourdes de pétrole (mazout) ; les huiles de distillation de la houille qui sont, les unes et les autres, d'origine minérale. Les huiles végétales peu ent être, elles aussi, utilisées comme les huiles lourdes, dans certains moteurs appropriés à cycle genre « Diesel », tel le moteur Tartrai, par exemple. Voir *La Science et la Vie*, n° 68, page 126.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 162, page 497.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 162, page 497.

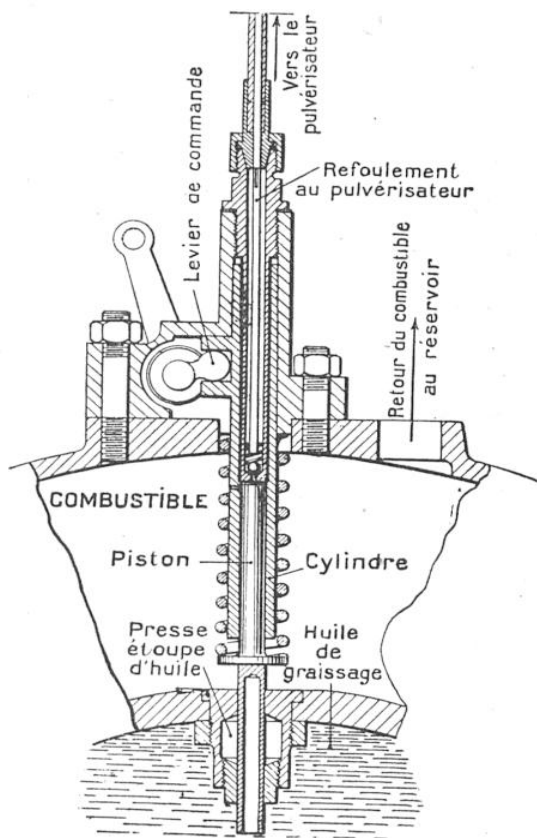


FIG. 1. — DÉTAILS DE LA POMPE A INJECTION D'HUILE LOURDE D'UN CYLINDRE

images déjà vieilles, quand M. Clerget nous montra, dans son laboratoire d'Issy-les-Moulineaux, son 100 ch et son 200 ch à huile lourde. Le premier a déjà fait des essais en vol si concluants qu'une petite série a été commandée qui équipera des avions-écoles. Le second a donné des résultats très satisfaisants au banc. Au demeurant, si l'on tient compte de la différence des puissances, les deux moteurs sont construits sur les mêmes données.

Le premier moteur à huile lourde français de 100 chevaux

Le premier moteur français à huile lourde est un 9 cylindres en étoile, refroidi par l'air. Que M. Clerget, spécialiste du rotatif, ait adopté cette disposition apparaît assez naturel. C'est une construction que l'inventeur connaît de longue date. Il s'y maintient. En outre, dans un moteur à combustion interne, la diminution de poids constitue l'un des objectifs principaux des chercheurs. Le refroidissement par air, en dehors de

toutes autres qualités, apparaît donc comme un moyen d'alléger un moteur lourd par définition.

Les cylindres ont 120 millimètres d'alésage et 130 millimètres de course. Le régime normal est de 1.800 tours par minute. A cette vitesse, la puissance est de 100 ch. L'hélice est montée en prise directe sur le moteur. Enfin, chiffre important à retenir : le poids du 100 ch Clerget atteint exactement 228 kilogrammes.

Nous reviendrons sur cette question de poids.

La revanche de l'acier forgé

Pas d'alliages légers. De l'acier forgé. Le carter est en acier forgé. Les cylindres sont du même métal et vissés dans le carter. Les culasses sont prises dans la masse. Elles sont à fond plat et supportent deux soupapes : l'une d'admission, l'autre d'échappement. Au centre, se trouve le siège du pulvérisateur.

C'est la revanche de l'acier sur les métaux légers.

Il n'est pas difficile de deviner les raisons qui ont incité M. Clerget à abandonner le duralumin ou autres métaux de même nature. L'acier permet de descendre en toute sécurité à l'épaisseur minimum compatible avec les nécessités imposées par les résistances locales. Avec les alliages légers, il faut tenir compte des défaillances qui restent toujours possibles, même dans l'état actuel de la fabrication.

Si nous regardons maintenant dans l'intérieur des cylindres, nous apercevons des

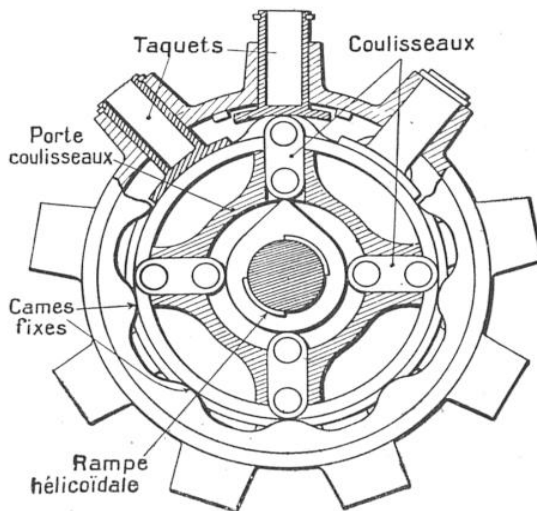


FIG. 2. — SCHÉMA DE COMMANDE DES POMPES A COMBUSTIBLE DU MOTEUR CLERGET

pistons en alliage léger munis de quatre segments d'étanchéité et d'un segment râcleur. La tête des pistons est hémisphérique, ce qui constitue la forme la plus propre à créer une bonne turbulence.

Rien à dire de particulier de l'embellage : il est classique, avec sa bielle maîtresse et ses bielles auxiliaires interchangeables. Le vilebrequin est en deux parties, assemblées par emmanchement conique avec un serrage par vis à pas différentiel. Il en résulte que le démontage du moteur par l'avant est facile.

Ajoutons que le graissage de toutes les articulations se fait sous pression.

Les pompes à combustible constituent un facteur essentiel du moteur

Ah ! les pompes ! Dans les moteurs Diesel à allure rapide, la pompe, ou plutôt les pompes sont considérées comme des organes bien étranges, compliqués, sur lesquels les inventeurs aiment volontiers laisser planer un mystère. Et il est vrai que la fabrication d'une pompe à combustible soulève des problèmes nombreux et délicats. C'est d'abord la petitesse des organes en jeu ; c'est, ensuite, la nécessité d'obtenir des ajustages d'une admirable précision en raison des fuites consécutives aux très hautes pressions utilisées ; c'est également l'obligation de fonctionner sans dérèglement à de grandes vitesses ; c'est, enfin, la nécessité de pouvoir assurer le réglage de la quantité de combustible à injecter et la possibilité d'avancer ou de retarder l'injection. Tout cela, bien entendu, dominé par l'obligation de faire léger, accessible et solide.

Or, M. Clerget a réussi à établir une

pompe dont les organes ne sont pas extrêmement délicats. C'est un type de pompe aspirante et foulante dans laquelle se trouve un seul clapet à bille sur le refoulement. Un système de réaction différentielle permet de rattraper automatiquement les jeux à tous les régimes. Chaque cylindre a sa pompe. Toutes les pompes sont commandées par des coulisseaux tournant en sens inverse du vilebrequin et au huitième de sa

vitesse. Les coulisseaux sont commandés par une came centrale fixée sur le vilebrequin et tournant donc à la même vitesse et dans le même sens que lui. Chaque pompe est actionnée à son tour dans l'ordre connu d'allumage en usage dans les moteurs à étoile 1, 3, 5...

Après le passage de la came, les coulisseaux sont rappelés par les ressorts des pompes. Mais, dans le cas où l'un de ceux-ci ou même tous viendraient à

casser, une autre came fixe effectue le rappel. L'appareil donne donc toute garantie de sécurité.

Les pulvérisateurs assurent l'injection du combustible dans les meilleures conditions

Encore un organe considéré comme mystérieux dans les moteurs d'aviation à combustion interne.

Et il est vrai qu'en matière de pulvérisation, les inventeurs sont en plein dans l'empirisme, alors qu'au contraire, en matière de turbulence, on possède une somme de connaissance qui ne laissent plus grande place à des secrets.

Infiniment plus nouvelle, plus mystérieuse est la question de pulvérisation et de

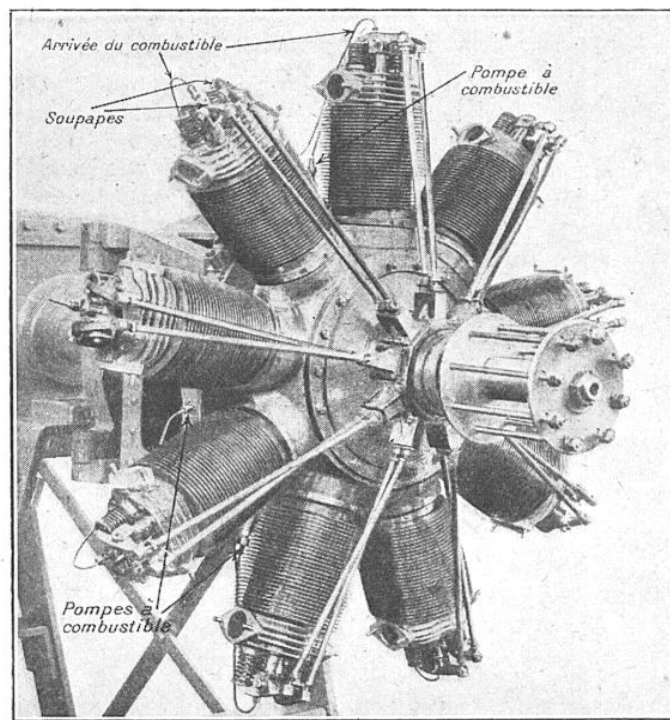


FIG. 3. — ENSEMBLE DU MOTEUR CLERGET, A HUILE LOURDE, DE 100 CHEVAUX

pulvérisateurs. Les vitesses d'injection couramment utilisées dans les moteurs d'aviation, genre Diesel, à allure rapide, sont, en effet, de l'ordre de 1.000 mètres par seconde. On devine les problèmes que peut soulever ce passage des lois de la mécanique ordinaire à celles réservées jusqu'ici à la balistique. Le travail de pénétration du combustible dans une masse d'air comprimée à 33 atmosphères ouvre des horizons qui sont encore mal définis. C'est ainsi que M. Clerget, au cours de ses beaux travaux, a observé que ce travail de pénétration donnait naissance à des charges d'électricité statique, de même qu'il a remarqué de curieux phénomènes de rebondissement sur les parois. Ces observations ont pu être faites grâce à un appareil relativement simple, dû à M. Clerget lui-même, et qui est essentiellement constitué par un fort cylindre en acier dont l'un des orifices est fermé par un verre de grosse dimension. Ainsi, l'injection du combustible peut être observée minutieusement. On a pu, de cette façon, constater *visuellement* que c'est le frottement sur l'air qui provoque la division du combustible.

Et l'éminent ingénieur, pour expliquer clairement ce qui se passe au moment de l'injection, a trouvé pour nous une image fort heureuse.

— Représentez-vous, dit-il, une grosse lance à incendie fonctionnant par grand vent. Vous aurez observé alors, dit-il, très certainement, ces bizarres phénomènes de frange qui se produisent, cette étrange dispersion de l'eau qui n'apparaît plus, en dépit de la forte pression, due au travail des pompes sous forme de jet, mais sous les espèces de fines gouttelettes qui s'éparpillent au gré du vent. C'est déjà de la pulvérisation.

Il faut noter également, par analogie avec les pulvérisateurs des moteurs à injection, que l'extrémité des lances à incendie a donné lieu à des recherches minutieuses dans le dessein d'obtenir un éparpillement de l'eau, toujours meilleur. Sans doute, il ne faut voir là qu'un rapprochement très lointain, mais l'ordre des recherches dans les deux cas est analogue.

On verra qu'il est lointain, en effet, quand on saura que le trou de l'injecteur, dans le cas du moteur Clerget, à huile lourde, est de l'ordre de deux dixièmes de millimètre.

Au-dessous de cette dimension, nous a précisé M. Clerget, le trou se bouche instantanément.

Les pulvérisateurs dus à M. Clerget sont

essentiellement constitués par une petite soupape dont la tête présente des canelures presque tangentes à la circonférence. La réaction due aux jets à haute pression imprime à la soupape une certaine rotation qui nettoie les cannelures à chaque injection. Cette injection se fait en forme de nappe conique qui facilite la turbulence.

Un problème auxiliaire : la décompression est indispensable au départ

La disposition en étoile du moteur devait soulever un problème auxiliaire. C'est celui-ci. Quand le moteur est à l'arrêt, il peut arriver qu'une certaine quantité d'huile descende dans les cylindres inférieurs. Or, quand on sait que le taux de compression du 100 ch Clerget est de 16, on devine les inconvénients très graves qui peuvent résulter de l'admission, dans une chambre de compression dont le volume se trouve très réduit, d'une quantité de combustible supplémentaire. La compression peut alors, à la mise en marche du moteur, atteindre le double ou le triple des pressions pour lesquelles le moteur a été calculé. Il faut absolument éviter les effets du marteau hydraulique ainsi constitué : il pourrait en résulter l'éclatement pur et simple du cylindre. Pour obvier à ce danger, les soupapes sont placées symétriquement par rapport au plan médian vertical du moteur et situées au point le plus bas des cylindres. Le pilote dispose d'une commande qui lui permet, avant la mise en route, de soulever, grâce à un système de galets, simultanément toutes les soupapes et ainsi de « purger » les cylindres.

Le démarrage est facile et la consommation réduite

Un simple démarreur en caoutchouc, du type classique en usage sur tous les aérodromes, suffit à mettre en route le 100 ch Clerget. Il ne faut pas oublier que ces nouveaux premiers moteurs à injection sont destinés à équiper des avions-écoles. Au demeurant, M. Clerget ne se montre aucunement préoccupé de la mise en route de ses moteurs.

Et, maintenant, supposons le 100 ch en route. Nous remarquerons aussitôt que le premier moteur français à combustion interne et allure rapide n'a pas besoin d'être alimenté avec des combustibles lourds spéciaux et bien déterminés. Les huiles lourdes industrielles, telles que le gazoil, le satisfont pleinement.

Rappelons que ce combustible a une den-

sité de 0,86 et qu'il n'émet pas de vapeurs inflammables avant d'avoir été porté à une température de 80 ou 90 degrés centésimaux.

Si nous faisons tourner le moteur durant une heure, on constatera que la consommation spécifique n'est jamais supérieure à 220 grammes par cheval.

Légèreté et économie de combustible

228 kilogrammes, 220 grammes par cheval, tels sont les deux chiffres sur lesquels il nous faut revenir !

Le poids des 100 ch Clerget (si toutefois on se tient à cette puissance nominale de 100 ch, car nous avons d'excellentes raisons de croire que ce type de moteur a donné en pointe 170 ch) ressort donc à 2 kilogrammes par cheval.

Si l'on songe que les premiers Diesel fixes ou marins étaient construits de telle sorte que leur poids par cheval atteignait 30 et 40 kilogrammes pour une vitesse de régime de 300 tours par minute environ, on voit le formidable progrès réalisé en établissant un moteur d'aviation à injection interne, dont le poids ne dépasse pas 2 kilogrammes au cheval et dont la vitesse de rotation atteint 1.800 tours par minute.

Mais, cela dit, si on compare le poids réalisé par M. Clerget pour son 100 ch et celui du 400 ch Packard, il est évident que l'avantage reste au moteur américain. La maison Packard, en effet, a réussi à ne pas dépasser 1.050 grammes au cheval. Comment cela ? En s'en tenant strictement à l'emploi des alliages légers pour la fabrication de son moteur. Le carter est en magnésium et

ne dépasse pas 15 kilogrammes. Solution hardie, particulièrement audacieuse ! Il était impossible de songer à perforer les parois de ce carter ultra-léger pour le boulonnage des cylindres. La maison Packard a dû avoir recours à un système de fixation par câble dont l'usage nous dira le bien-fondé.

Rien de semblable dans le moteur Clerget de 100 ch. L'inventeur, pour l'établissement de ce premier moteur d'aviation à combustion interne, n'a pas voulu se lancer dans des innovations de fabrication, pleines d'intérêt, mais fatalement un peu aléatoires. Il s'est tenu à des procédés de fabrication qui ont fait leurs preuves depuis longtemps. C'est pourquoi il n'a pas eu comme objectif principal de réaliser un moteur ultra-léger. On ne doit pas perdre de vue que le grand intérêt du moteur d'aviation à injection est d'améliorer, dans des proportions considérables, la sécurité aérienne. Ce qu'il faut donc avant tout, c'est réaliser un moteur sûr. Or, rechercher dès maintenant une légèreté du même ordre que celle des moteurs à explosion apparaît singulièrement audacieux.

Il a fallu vingt ans et plus pour arriver à fabriquer des moteurs à essence dont le poids oscille normalement entre 700 grammes et 1 kilogramme au cheval. Partir de ces minima constituait une entreprise follement hardie. Les ingénieurs de la maison Packard n'ont pas hésité. Et ils ont réussi à établir un moteur à combustion interne qui ne pèse guère plus lourd qu'un moteur ultra-moderne à explosion. C'est très beau, mais une autre voie s'ouvrait devant les inventeurs : celle de la prudence,

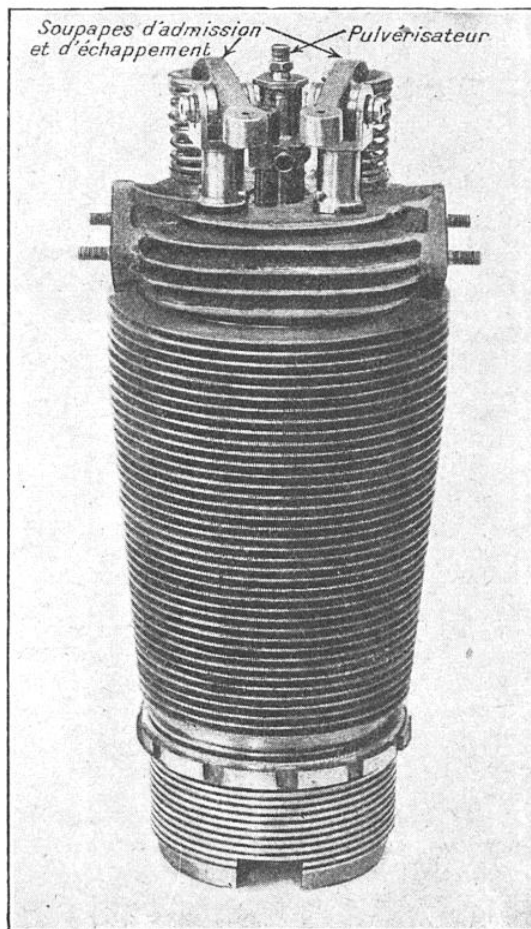


FIG. 4. — UN DES CYLINDRES DU MOTEUR CLERGET 100 CHEVAUX AVEC LES SOUPAPES ET LE PULVÉRISATEUR DE COMBUSTIBLE

M. Clerget l'a choisie. Le moteur à explosion bénéficie, de nos jours, d'une parfaite connaissance des matériaux et du cycle. Or, que sait-on du fonctionnement d'un moteur en dépression ? Pas grand'chose encore.

Il ne faut pas perdre de vue que la compression d'un moteur à explosion ne dépasse pas 6, en raison des phénomènes d'auto-allumage qui se produisent au delà de ce chiffre, si l'on n'additionne pas l'essence d'une assez forte quantité de benzol. Dans un moteur à combustion interne, la compression varie entre 14 et 16. Si le rendement du moteur s'en trouve amélioré — le rendement du moteur à essence atteint difficilement 27 %, tandis que celui du Diesel oscille normalement autour de 35 % — les phénomènes dus à ces taux de compression, utilisés dans des moteurs à allure rapide, constituent un domaine encore assez mal connu.

C'est pourquoi ce serait une erreur, à notre sens du moins, de voir s'établir dès maintenant une course à l'allégement. Sécurité, d'abord ! M. Clerget entend, sans doute, procéder par paliers. Son 200 ch ne pèse plus que 1.500 grammes au cheval, ce qui est fort beau, si l'on tient compte que le 200 ch, comme le 100, est d'une fabrication absolument classique.

Le chiffre de 220 grammes de combustible par cheval sur lequel nous avons appelé l'attention du lecteur mérite également quelques commentaires.

Le Packard consomme, dit-on, 180 gr. au cheval-heure. Le professeur Junkers, pour son 600 ch, parle de 175 grammes. La maison Fiat met en avant le chiffre de 190 grammes. M. Clerget donne 220 grammes comme chiffre de consommation.

Bien que légères, les différences existent donc dans les résultats obtenus aux Etats-

Unis, en France, en Allemagne et en Italie.

Mais, comme on s'est préoccupé un peu trop du poids, on s'exagère trop, croyons-nous du moins, l'importance de la question de consommation dans le moteur d'aviation genre Diesel. Il est exact que le rayon d'action d'un avion équipé d'un moteur à combustion interne se trouvera augmenté et c'est fort intéressant. Mais l'aviation n'a pas encore le stade de développement où

l'économie de quelques grammes de combustible par heure doit constituer l'un des objectifs essentiels des inventeurs. Pour nous, ce qui importe avant tout, c'est la sécurité qui se trouvera accrue du fait de l'emploi des Diesel et, en conséquence, l'abaissement considérable des primes d'assurance. Le reste, pour le moment, est encore secondaire, à notre avis du moins.

La « turbulence » est indispensable, mais elle ne doit pas être exagérée

L'apparition du moteur Clerget, presque dans le même moment où sont connus les détails de construction du Packard, montre

que les tendances de l'école française du moteur d'aviation à combustion interne et les tendances de l'école américaine suivent des voies quelque peu différentes. La question de la turbulence peut recevoir plusieurs solutions. Sans doute, une turbulence est indispensable, parce que la combustion doit s'accomplir dans un temps très court qui correspond à une rotation d'un dixième de l'arbre moteur. Il est absolument nécessaire que le combustible soit énergiquement brassé dans le cylindre et que toutes ses molécules soient mises le plus intimement possible en contact avec les molécules d'oxygène. C'est le vieux problème posé par l'ingénieur anglais Ricardo, dans le dessein de parfaire la carburation classique

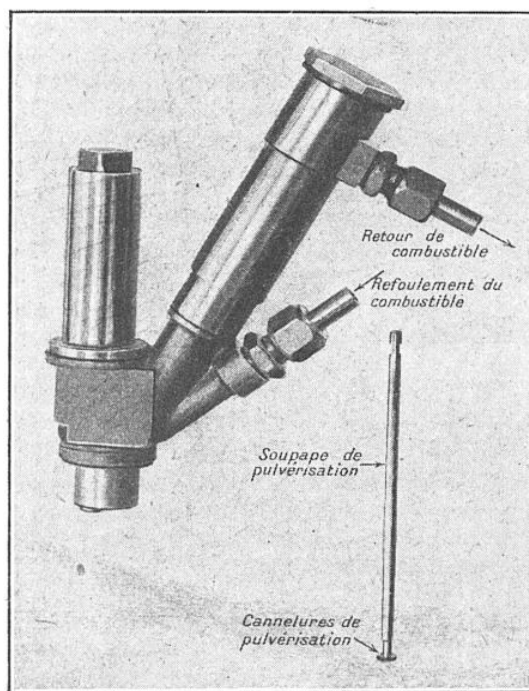


FIG. 5. — ENSEMBLE DU PULVÉRISATEUR D'HUILE A JETS MULTIPLES AVEC, A DROITE, LA SOUPAPE DE PULVÉRISATION

de l'essence qui apparaît à nouveau ici.

Les Américains semblent s'être spécialement attachés à cette question. La maison Packard a monté sur son moteur une trompe de Venturi. Elle a donné à ses pistons une forme dissymétrique propre à accentuer encore le brassage de la masse d'air sur elle-même.

L'école française ne semble pas avoir donné la même primordiale importance au problème de la turbulence. Dans les Clerget 100 ch et 200 ch, la turbulence est obtenue par des moyens fort simples : injection dans l'axe, pistons hémisphériques. Il semble que M. Clerget soit d'avis que des dispositifs d'injection et de pulvérisation appropriés permettent d'obtenir des résultats sensiblement égaux à ceux obtenus par l'utilisation de dispositifs spéciaux de turbulence, culasses spéciales, formes de pistons spéciales.

Mieux que cela, M. Clerget ne serait pas loin de voir un danger dans un excès de turbulence. Dans un rapport présenté par lui au V^e Congrès international de la Navigation aérienne de La Haye (1), l'éminent ingénieur s'exprime ainsi :

« Il ne faudrait pas croire qu'il y ait intérêt à exagérer la turbulence. Si la vitesse du comburant sur la pulvérisation dépasse une certaine limite, on constate une diminution de rendement, au moins avec les dispositifs que nous avons expérimentés. »

Et c'est peut-être cette question de turbulence, ses avantages et ses inconvénients possibles qui ont amené M. Clerget à envisager une autre solution : la suralimentation systématique du moteur d'aviation à huile lourde. La transformation des moteurs Diesel du cargo l'*Agamemnon*, effectuée par le regretté constructeur Rateau, a permis de démontrer qu'il était possible d'effectuer la suralimentation par le travail des gaz d'échappement sans affecter sensiblement la consommation. Ce qu'il faut attendre de cette suralimentation systématique, M. Clerget va nous le dire :

« La suralimentation systématique est bien proche d'être réalisée dans les applications du moteur à huile lourde à l'aéronautique.

« Le poids par cheval des premiers moteurs se réduisant rapidement, par suite d'une meilleure connaissance du cycle et des prin-

(1) Rapport publié par M. M. Nyhoff, La Haye.

cipes de construction, la suralimentation n'étant pas limitée comme dans les moteurs à essence, on peut s'attendre à un rendement massique qui étonnerait les ingénieurs les plus optimistes (1). »

Il se pourrait que l'avenir fût de ce côté.

Deux temps ou quatre temps ?

Une controverse fort intéressante s'est, depuis longtemps, établie entre les partisans du moteur d'aviation à combustion interne à deux temps et les partisans du cycle à quatre temps.

Constatons, tout d'abord, que Packard, Clerget, Fiat, ont adopté le quatre temps... Seul, Junkers a réalisé un moteur à deux temps.

Où est la vérité, si, toutefois, en de telles matières, il existe une vérité et une seule ?

Force est de remarquer que, dans la marine, au début de l'emploi du Diesel, le deux temps eut toutes les faveurs des constructeurs. Depuis, au contraire, la mode est au quatre temps. Aujourd'hui, la majeure partie des Diesel de marine est à quatre temps. Pourquoi ?

On peut se demander tout d'abord si la simplicité du deux temps n'est pas plus apparente que réelle. Sans doute, la culasse d'un deux temps est simple ; sans doute, l'absence de soupapes, de cames est appréciable ; sans doute, en résulte-t-il une économie dans le prix de revient et peut-être — est-ce bien sûr ? — un accroissement de sécurité, mais...

...Mais les pompes de balayage sont toujours d'un rendement médiocre, et les moteurs tournent beaucoup plus vite.

En outre, un moteur à deux temps bénéficiera moins qu'un quatre temps des possibilités magnifiques offertes par la suralimentation systématique.

En tout état de cause, il est difficile, dans un domaine comme celui du moteur d'aviation à combustion interne, de se prononcer dès maintenant. Nous ne sommes encore qu'au début d'un nouveau chapitre de l'aéronautique. Avant de porter un jugement en des matières aussi nouvelles, il convient, comme disent les Anglais, d'attendre et de voir, *to wait and see*.

J. LE BOUCHER.

(1) Communication présentée au V^e Congrès international de la Navigation aérienne de La Haye, publiée par M. M. Nyhoff, La Haye.

L'AVENIR DE LA CAPTATION DE L'ÉNERGIE THERMIQUE DES MERS

De l'usine d'essais de MM. Claude et Boucherot, à la future centrale des océans tropicaux.

Par Jean LABADIÉ

Si la réussite de nombreux projets grandioses nécessite une certaine audace, elle ne doit pas laisser, toutefois, trop d'espoir de résultats immédiats. C'est ce que n'a pas oublié l'éminent ingénieur Georges Claude dans sa marche vers la réalisation de l'usine thermique des océans tropicaux. Après l'expérience de laboratoire présentée à l'Académie des Sciences de Paris en 1926 (1), ce savant a, en effet, effectué des essais préliminaires sur la Meuse, près de Liège, à Ougrée-Marihaye, en 1928 (2), avant d'entreprendre à Cuba l'installation d'une usine expérimentale utilisant la différence de température entre les eaux superficielles et les eaux profondes de l'océan Atlantique, au voisinage de l'Equateur (3). C'est là une nouvelle étape vers la construction de la centrale de grande puissance. Il ne faut donc pas s'étonner, aujourd'hui, de la faible puissance encore recueillie. La turbine installée à Cuba n'est autre, d'ailleurs, que celle qui servit à Ougrée-Marihaye (50 kilowatts) ; elle en a fourni 22 en utilisant une différence de température de 13° C seulement, par suite de l'insuffisance du tube plongeant vers l'eau froide du fond de la mer. Satisfait de ces essais, M. Claude envisage maintenant la dernière et décisive étape de sa grandiose entreprise : l'établissement d'une usine vraiment industrielle. Mais, avant d'atteindre ce but — encore éloigné — il faudra de nombreux efforts et, en particulier, procéder à la prospection sous-marine pour choisir l'endroit opportun où s'élèvera l'usine future.

L'EXPÉRIENCE entreprise par M. Georges Claude dans la baie de Matanzas (île de Cuba) s'est terminée par un succès indéniable. L'usine expérimentale, établie sur la côte en vue de transformer en énergie électrique l'énergie thermique de la mer tropicale, a fonctionné suivant le rendement que laissaient prévoir aussi bien l'expérience réalisée le 15 novembre 1926, devant l'Académie des Sciences (1), que les essais préliminaires à échelle semi-industrielle effectués à Ougrée-Marihaye, sur la Meuse, le 29 avril 1928 (2). Nous avons signalé en leur temps chacune de ces étapes nécessaires avant la réalisation de la future centrale des océans tropicaux.

Ainsi que nous le faisions espérer (3) sans connaître encore les résultats de la mise en marche (qui eut lieu le 7 septembre 1930), l'usine côtière cubaine fonctionna, malgré que la différence de température n'ait atteint que 13° C entre l'eau de surface et celle que puisait, à 600 mètres seulement, le tube plongeur tout à fait provisoire adopté pour cette expérience. La

puissance nominale du turbo-générateur (le même qui servit à Ougrée-Marihaye) étant de 50 kilowatts, cette machine a fourni, dans ces conditions, 22 kilowatts.

Ce résultat a paru tellement satisfaisant qu'après une démonstration présentée aux délégués de l'Académie des Sciences de la Havane, M. Georges Claude a déclaré terminée la série de ces essais. Ayant confié l'installation au corps scientifique cubain, il est rentré en France, décidé, nous a-t-il déclaré, à construire le plus tôt possible une centrale marine thermique d'ordre vraiment industriel : cette usine, de 25.000 kilowatts, serait établie, non sur la côte septentrionale de la grande île, mais sur un point de la côte sud, beaucoup plus favorable à la pose du tube plongeur, aux environs de Santiago-de-Cuba.

Etant donnés les capitaux nécessaires à l'entreprise (80 à 100 millions de francs), une telle affirmation, venant d'un aussi grand réalisateur que M. Claude, évoque de grandioses perspectives : la nouvelle source énergétique offerte à l'industrie humaine apparaît d'une importance aussi capitale que la houille blanche elle-même.

C'est pourquoi nous nous proposons de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 116, page 137.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 134, page 145.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 161, page 420.

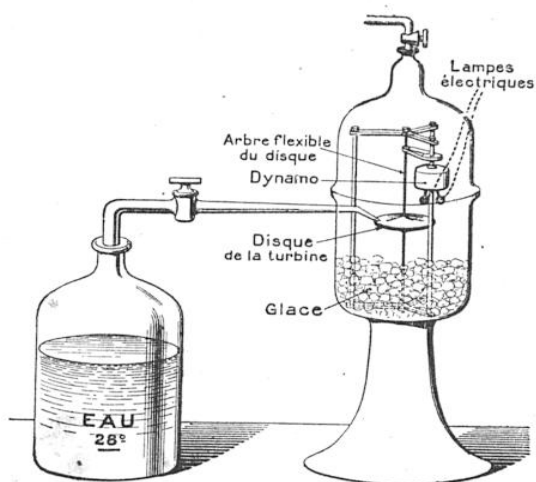


SCHÉMA DE L'EXPÉRIENCE RÉALISÉE EN 1926, A L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Dès qu'on a fait le vide dans l'appareil, par la tubulure surmontant le bocal de droite (qui contient la glace), l'eau tiède du bocal de gauche entre en ébullition et vient actionner le disque de la minuscule turbine — lequel, par l'intermédiaire de l'arbre flexible (vertical), entraîne la petite dynamo. Et les deux lampes électriques s'allument. Le travail continue tant qu'il reste de la glace pour condenser la vapeur de l'eau tiède.

mesurer d'aussi près que possible, l'importance de cette révolution industrielle en même temps, d'ailleurs, que les difficultés inévitables mais non insurmontables qu'elle aura à vaincre.

Comment fonctionne l'usine thermique marine

Sous les tropiques, l'Océan superficiel possède une température quasi constante, voisine de 28° C.

A cette température, la tension de la vapeur d'eau s'élève à 30 grammes environ par centimètre carré. C'est dire que, placée dans un vase clos où l'on fait le vide, l'eau à 28° se met à bouillir jusqu'à ce que la pression atteigne, dans le récipient, la valeur de 30 grammes par centimètre carré.

C'est avec une telle « chaudière » dont l'eau est à peine tiède mais renouvelable à flots, sans frais, que MM. Claude et Boucherot prétendent mouvoir des turbines du même ordre de puissance que celles fonctionnant actuellement, dans les usines courantes, à des pressions moyennes de 20 kilogrammes par centimètre carré, donc 700 fois plus élevées.

Le plus admirable, c'est que la thermodynamique justifie pleinement ces prétentions.

Relions, en effet, la chaudière (ou « bouil-

leur ») de 28° C à un « condenseur » dont le vide soit assez poussé et la température d'environ 4° C. Le courant de vapeur qui va s'établir dans la tubulure, entre les deux récipients, atteindra une vitesse de quelque 500 mètres par seconde (à une pression de 20 kilogrammes par centimètre carré, la vitesse du fluide serait à peine quadruplée). Si nous recevons cette vapeur sur les aubes convenablement profilées d'une turbine « à action » — agencée, par conséquent, pour travailler sous le choc de cette vapeur, autrement dit par absorption de sa force vive — nous concevons que la roue puisse en recevoir un mouvement énergétique.

Effectivement, la turbine (dont nous donnons la photographie) tourne à 6.000 tours par minute, ce qui est sa vitesse d'utilisation optima dans les conditions que nous venons d'énoncer. Et le calcul comme l'expérience montrent que, pour une même masse de vapeur utilisée d'abord à une pression de 30 grammes, puis à 20 kilogrammes par centimètre carré, le travail de la machine n'est multiplié que par 5, lorsqu'on passe du premier cas au second, bien que la pression se trouve multipliée par 700. C'est donc bien en toute raison théorique que MM. Claude et Boucherot proclamaient, dès 1926, au lendemain de leur célèbre expérience à l'Institut, que les basses pressions « conviennent excellemment aux turbines à vapeur » et que celles-ci « paraissent avoir été créées pour fonctionner sous des pressions motrices inférieures même au vide des condenseurs actuels ».

De la théorie à la pratique

Pourtant, le trait de génie de MM. Claude et Boucherot ne réside pas essentiellement dans cette découverte théorique, ni même

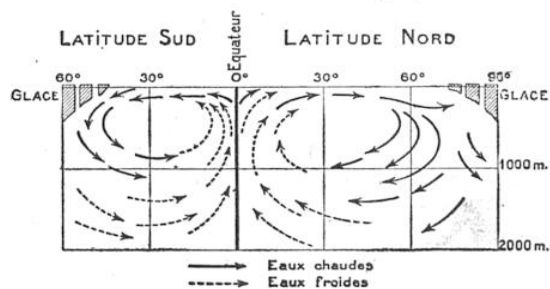


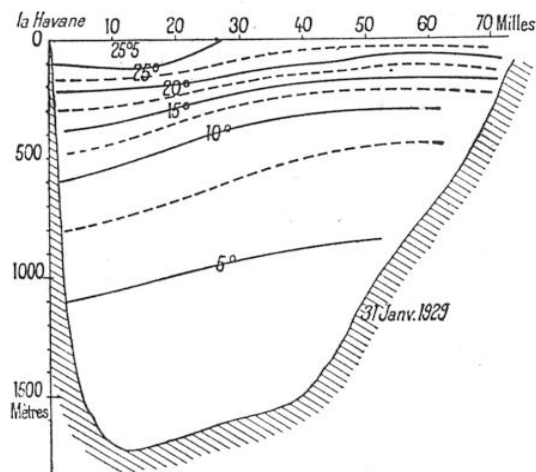
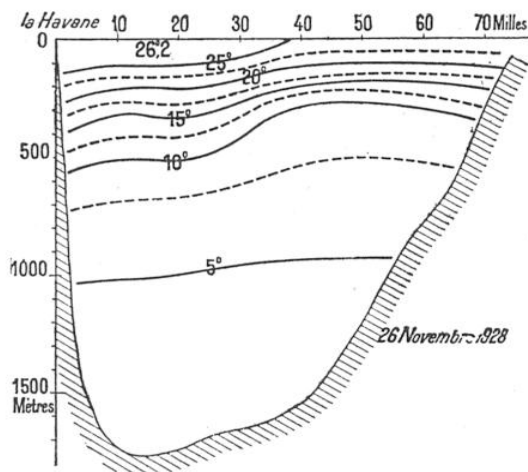
SCHÉMA DE LA CIRCULATION GÉNÉRALE DES EAUX FROIDES PROFONDES ET DES EAUX CHAUDES DE SURFACE DANS LES OCÉANS

Les eaux chaudes de l'équateur (latitude 0°) montent superficiellement vers les deux banquises polaires (inégalement distantes). Les eaux refroidies par les glaces retournent à l'équateur par le fond.

dans la pensée de puiser à l'Océan tropical l'eau tiède de surface destinée aux bouilleurs ainsi que l'eau froide profonde destinée aux condenseurs des futures usines (M. d'Arsonval avait déjà indiqué, voilà vingt ans, l'existence de cette source thermique d'énergie). Il consiste plutôt dans la résolution d'exécuter pratiquement un devis théorique aussi hardi. Car, si l'eau tiède superficielle est pour rien dans les mers chaudes, l'eau froide y est beaucoup plus coûteuse à ramener des grands fonds, où elle s'amasse,

1 m 60 de diamètre — bien que dans une tentative précédente (avortée, en 1929, par suite d'un sabotage prémédité) le diamètre fût déjà de 2 mètres (1).

Long de 2 kilomètres, l'immense tuyau immergé perpendiculairement à la côte et soutenu entre deux eaux par des flotteurs, franchissait les redans de la falaise sous-marine à la manière d'un pont suspendu renversé. S'arrêtant (encore par raison d'économie) à 600 mètres de profondeur, l'eau qu'il rencontrait là n'était que rela-



RÉSULTAT DE SONDAGES OPÉRÉS PAR M. IDRAC ENTRE LA HAVANE ET LA POINTE SUD-EST DE LA FLORIDE, EN VUE DE DÉTERMINER LA VARIATION DE LA TEMPÉRATURE DE LA SURFACE AU FOND

On voit que les variations de température sont faibles, entre novembre et janvier, pour une même profondeur. Au-dessous de 1.100 mètres, le thermomètre ne dépasse pas 5° C.

de par sa densité, dans un écoulement sous-marin perpétuel venant des pôles.

Le tube plongeur constitue la pièce maîtresse de l'installation

D'où il suit que le tube plongeur destiné à capter cette eau froide sera la pièce maîtresse de toute installation future. Quelle profondeur devra-t-il atteindre ? Quel débit et par conséquent quel diamètre devra-t-il posséder ? Quelle sera sa structure tant du point de vue mécanique (souplesse) que du point de vue physique (isolement thermique) ? Quelles seront la technique de sa pose et, surtout, la durée normale de son service ? Autant de questions épineuses qu'il a fallu étudier et qu'il faudra réviser encore, avant de passer aux applications définitives.

Dans l'expérience de Matansas, volontairement simplifiée, M. Georges Claude s'est contenté de mettre en jeu un tube de

tivement froide. Cette eau (à 13°) se réchauffait encore un peu dans son ascension nécessairement ralentie par perte de charge dans un tube insuffisamment large. Le calorifugeage appliqué au tube (fibre de bois recouverte de toile à voile) ne pouvait être absolument efficace pour une aussi faible section. La tranchée de protection pratiquée sur la rive était insuffisante comme isolant thermique. Malgré quoi, M. Claude fait observer que, le cinquième seulement de l'eau remontée pouvant être utilisé par sa turbine de Matansas, il eût suffi d'un équipement adéquat pour extraire cinq fois plus d'énergie de son modeste tube d'essai.

Or, que les tubes à l'échelle industrielle atteignent — comme ils le feront — 6 mètres de diamètre, et l'échange thermique entre la masse d'eau froide intérieure et l'extérieure sera extrêmement réduit (loi de pro-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 161, page 420.

pagation de la chaleur). Ces tubes géants seront, en conséquence, d'un rendement thermique beaucoup plus élevé et l'eau qu'ils ramèneront de 1.000 mètres de profondeur (où les sondages accusent une température de 5°) montera jusqu'aux condenseurs avec une perte de charge très réduite, donc avec un plus grand débit et sans perte notable de frigorifiques — tant et si bien qu'avec la chute de température de 24 degrés ainsi réalisée, la turbine à échelle industrielle fournira encore un meilleur travail que celle d'Ougrée-Marihay, qui donna, pour 20 degrés, 67 kilowatts sur l'arbre et 50 kilowatts aux bornes de l'alternateur.

Enfin, la résistance mécanique d'un grand tube, construit en métal spécial inattaquable à l'eau marine, sera plus économiquement obtenue que sur un tube de petit diamètre, de même que sa résistance aux balancements (1) des eaux sous-marines comme à l'agitation superficielle —

celle-ci étant d'ailleurs insensible au-dessous de la cote 30 où commence le véritable tube flottant librement, son tronçon étant solidement ancré sur le fond (côté rivage).

Bref, cette technique des tubes plongeurs géants, si déconcertante qu'elle apparaisse, ne peut manquer d'atteindre son but.

D'autres difficultés que l'immersion du tube doivent être encore surmontées pour aboutir à un rendement acceptable

Parmi les autres écueils guettant l'usine thermique, l'un d'eux apparut si capital qu'il fut, presque à lui seul, la raison déterminante des premières expériences effectuées sur la Meuse : c'est le problème des gaz occlus dans les eaux traitées.

Certaines prévisions, non dénuées d'apparence réaliste, assignaient à trois fois l'énergie produite par les machines, celle qu'il faudrait consacrer à l'entretien du vide

(1) Les observations effectuées à Cuba par M. G. Claude ont décelé un balancement pendulaire des eaux froides qui sous-tendent le Gulf-Stream.

dans le système bouilleur-turbine-condenseur pour l'extraction des gaz dissous dans les eaux traitées. L'expérience d'Ougrée-Marihay montra que les eaux souillées de la Meuse ne dégageaient que 12 centimètres cubes de gaz par litre d'eau ; celles de l'Océan en contiennent moins encore : 3 centimètres cubes. Si l'on ajoute au travail nécessité par leur extraction celui qu'il faut donner pour vaincre la « perte de charge » ainsi que la dénivellation réalisée dans le tube par la différence des densités de l'eau froide profonde et de l'eau chaude extérieure, l'expérience de Cuba, mieux encore que celle d'Ougrée-Marihay, démontre qu'en réservant

seulement le tiers de la puissance nominale des machines à l'exécution de ces services auxiliaires, le projet industriel est largement viable.

Finale, M. Georges Claude estime que ses usines définitives donneront 500 kilowatts bruts par mètre cube d'eau froide débitée à la

seconde et que, dans son usine d'essai, il eût déjà obtenu 320 kilowatts bruts par mètre cube, si le tube plongeur avait atteint la profondeur nécessaire.

Le prix de revient du kilowatt installé serait d'environ 60 dollars. Quant au prix du courant électrique, il serait de 20 pour 100 moins élevé que celui provenant des centrales thermiques à charbon.

La distribution du froid aux résidences tropicales

Mais dans ce bilan ne rentre pas le bénéfice que ne manquera pas d'apporter la distribution de l'eau froide. Après son service de condensation, l'eau profonde marine, réchauffée de quelques degrés à peine, apparaîtra encore « glacée » au sortir des condenseurs, sous le climat des tropiques.

Or, ce sera une véritable rivière, débitant plusieurs dizaines de mètres cubes d'eau froide à la seconde qui débouchera de l'usine.

Répondue dans la ville voisine, distribuée dans les rues, sur les terrasses des maisons,

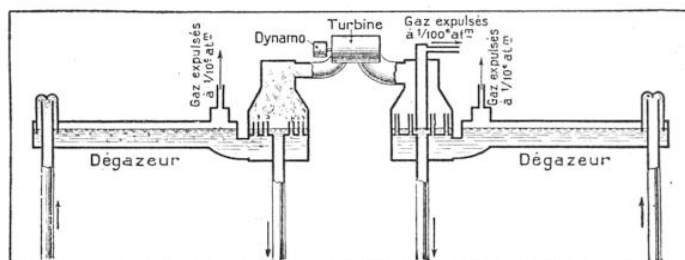


SCHÉMA DE L'INSTALLATION SEMI-INDUSTRIELLE UTILISÉE A OUGRÉE-MARIHAYE (BELGIQUE), PUIS A MATANSAS

A gauche, le circuit de l'eau tiède, qui jaillit par un dôme dans un cylindre où elle abandonne ses gaz avant de passer au bouilleur d'où elle retombe à la mer, tandis que sa vapeur, passant à travers la turbine, va se condenser dans le condenseur (à droite). Le circuit de l'eau froide, de ce côté droit, est absolument symétrique : après avoir jailli dans le condenseur, l'eau froide s'écoule à l'extérieur.

dans des radiateurs d'appartement, cette eau froide modifiera l'atmosphère de l'habitat humain.

Une usine côtière Claude-Boucherot, établie, par exemple, sur notre Côte d'Ivoire, pourrait fort bien déplacer, pour la concentrer dans ses alentours, l'activité économique de toute une région.

Le champ d'exploitation des futures usines

Quelles seront pour l'avenir les aires probables d'exploitation des usines Claude-Boucherot ?

Nous venons de nommer la Côte d'Ivoire. Il existe, en effet, sur cette partie de la côte occidentale d'Afrique des déclivités analogues à celles qui entourent l'île de Cuba. Il serait vain de chercher à pronostiquer l'étendue de ce champ d'exploitation ; les déconvenues éprouvées par M. Claude aux environs de la Havane lorsqu'il voulut préciser, par sondages ultra-sonores, les cotes de profondeur des cartes hydrographiques, montrent qu'une prospection minutieuse des fonds sous-marins devra précéder les plus vagues projets d'établissement. Mais il convient de remarquer aussi qu'il ne faudrait pas beaucoup de kilomètres de côte favorables pour inonder, à partir de là, l'intérieur immédiat du continent d'autant d'énergie électrique qu'il pourrait en absorber — notamment par l'installation de chemins de fer et

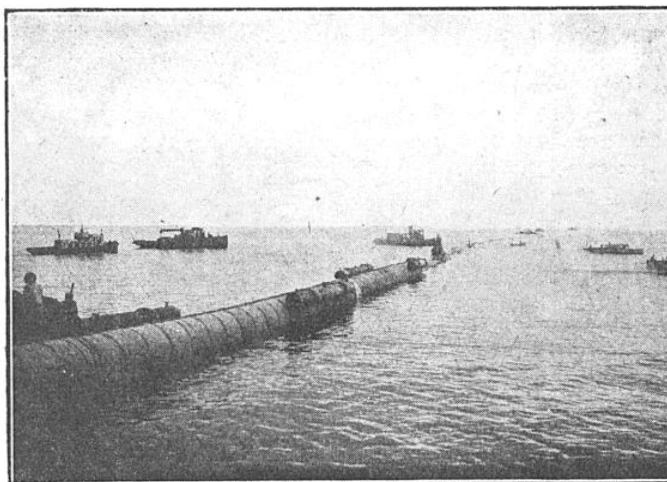


Photo comm. par l'Illustration

L'OPÉRATION D'IMMERSION DU TUBE PLONGEUR DU CÔTÉ DE LA HAUTE MER

On aperçoit, égrenés sur sa longueur, les flotteurs cylindriques qui le soutiendront dans la masse liquide. A droite et à gauche, les remorqueurs qui halent l'immense tuyau.

d'usines traitant directement certaines richesses minières locales.

Malheureusement, les points d'implantation éventuelle d'usines Claude-Boucherot ne pullulent pas dans le monde — sous réserve d'heureuses surprises. Aussi peut-on considérer l'ère « côtière » des usines thermiques marines comme tout à fait transitoire. Cette ère préparera l'avènement des usines flottantes que, dès l'origine, les deux savants ont envisagées, sans perdre leur temps, toutefois, à des études approfondies qui, pour l'instant, seraient prématurées. Nous avons exposé déjà les grandes lignes de ce projet grandiose dès la première expérience de laboratoire (1).

Il est certain que le projet d'une centrale thermique établie sur un vaste ponton, à l'abri des tempêtes grâce à son tonnage colossal, n'est pas irréalisable pour le génie naval disposant des moyens par lesquels on établit la coque d'un *Bremen* ou d'un *Super-Ile-de-France*. Au centre d'un tel ponton, le tube plongeur, immergé verticalement, hydrostatiquement soulagé par son revêtement calorifuge, ancré au fond par des moyens déjà éprouvés en Amé-

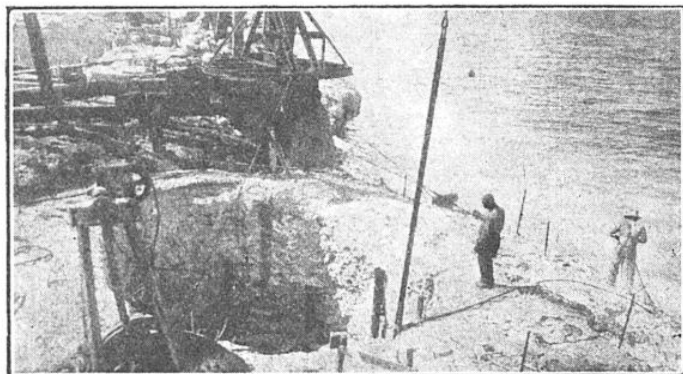


Photo comm. par l'Illustration

LE FONÇAGE A MATANSAS, DU Puits VERTICAL AUQUEL ABOUTIT LE TRONÇON DE TÊTE DU TUBE PAR UNE GALERIE SOUS-MARINE LATÉRALE

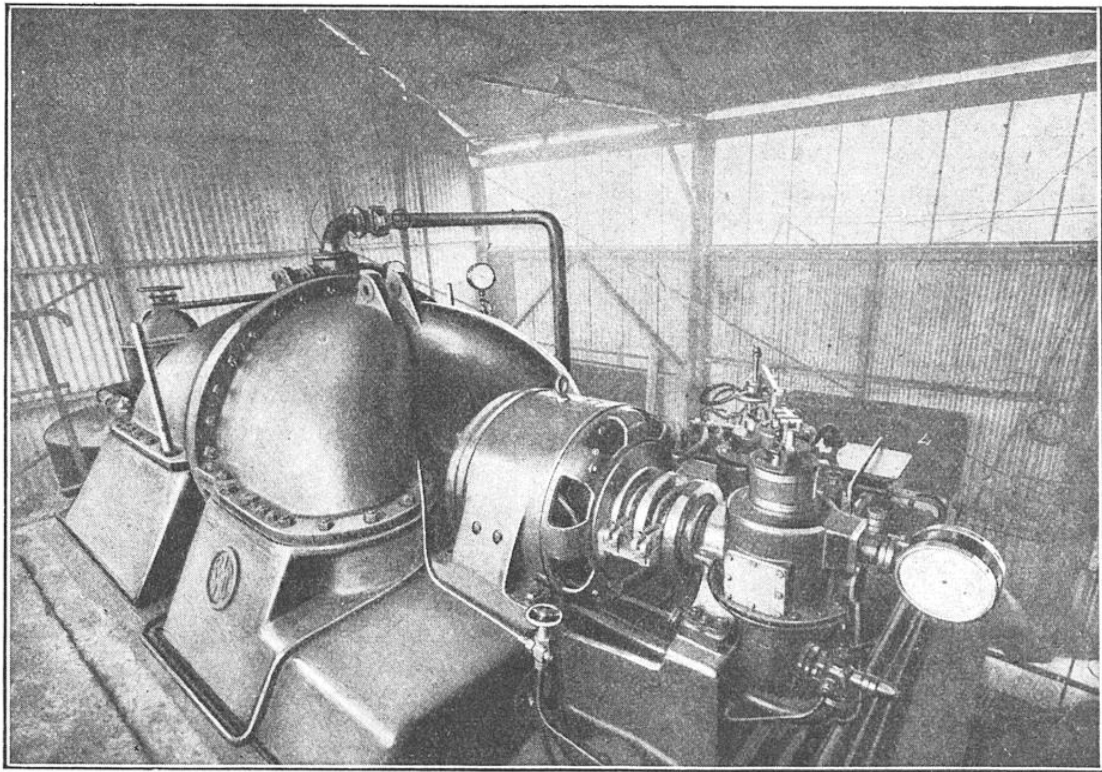
Le tube part de cette galerie, ancré au fond sur 150 mètres de longueur. Après quoi (au-dessous de la cote 30), il flotte, librement suspendu dans l'océan.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 116, page 136.

rique (1), serait d'une pose singulièrement facilitée, par enfoncement de tronçons successifs.

Si cette technique ne suffisait pas, on pourrait songer — MM. Claude et Boucherot n'y ont pas manqué — à équiper les usines flottantes par l'intermédiaire de liquides

mer deviendrait menaçante. Suivant cette idée, leur capacité de travail pourrait être réduite à quelque 100.000 kilowatts, par exemple, alors que l'usine flottante à vapeur marine ne commencerait à devenir sûre qu'à partir de 500.000, voire un million de kilowatts.



LE GROUPE TURBO-GÉNÉRATEUR DE 50 KILOWATTS A L'USINE D'ESSAIS DE MATANSAS

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, 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 la vitesse de régime. C'est donc le « degré du vide » qui conduit toute la machinerie.

volatils (s'évaporant au contact de l'eau chaude, se condensant à celui de l'eau froide) et travaillant en circuit fermé. De telles usines n'auraient plus besoin de dominer la mer — comme l'exige le devis actuel à vapeur d'eau où condenseurs et bouilleurs doivent être placés à 10 mètres au-dessus des vagues, afin de conserver un vide barométrique. Elles pourraient s'établir de manière à s'immerger chaque fois que la

(1) Pour la fixation des bouées, lors du relevage des câbles télégraphiques par grands fonds, voir *La Science et la Vie*, n° 129, page 209.

L'avenir des usines Claude-Boucherot est lié à l'emploi de l'énergie produite

Ces anticipations, qui dépassent Jules Verne, nous nous garderions de les faire si, précisément, les grands ingénieurs praticiens que sont MM. Claude et Boucherot ne les avaient eux-mêmes suggérées. Evidemment, nous n'en sommes pas encore là. Mais on peut prévoir qu'on y viendra un jour. On y viendra *dès qu'on ne sera plus embarrassé de l'énergie électrique produite.*

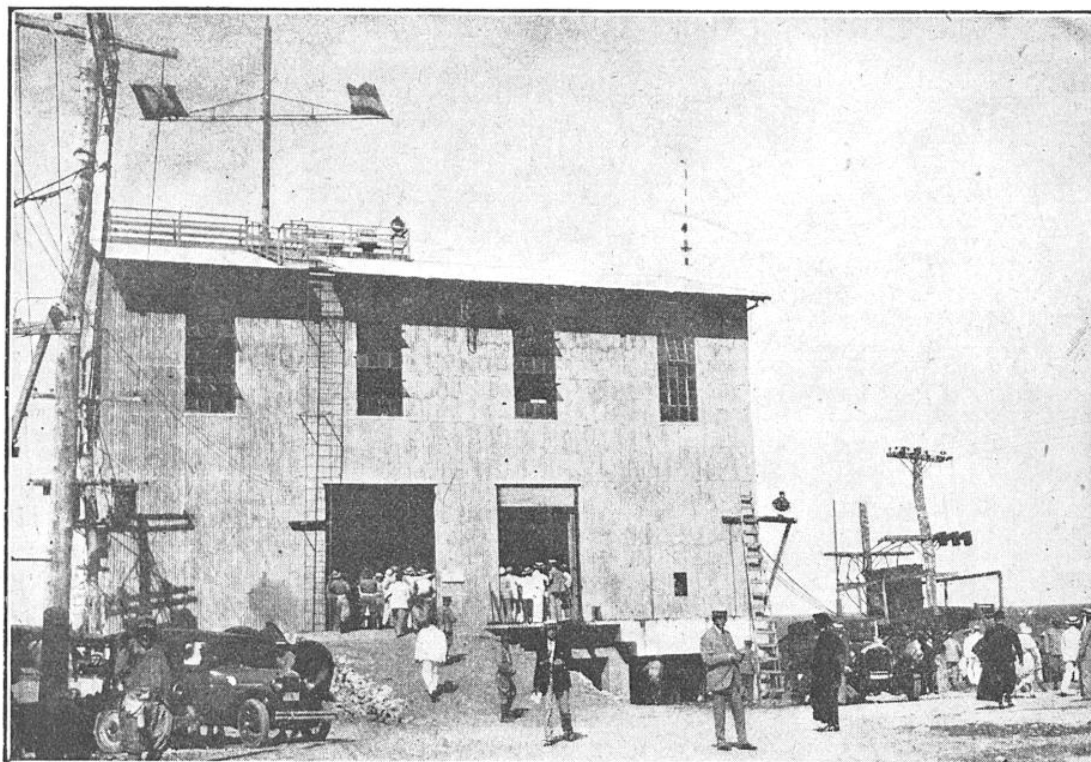


Photo c.n.m. par l'Illustration

LE MODESTE BATIMENT DE LA PLANTA (BAIE DE MATANSAS) QUI ABRITE L'APPAREILLAGE DONT LE TURBO-GÉNÉRATEUR EST REPRÉSENTÉ A LA PAGE 23

Car il faudra trouver un emploi à ces millions de kilowatts offerts à l'homme par l'Océan.

Les transporter à la terre voisine par câble? Ce n'est pas impossible : des lignes porteuses d'énergie passent bien sous les détroits baltes, entre la Suède et le Danemark, et si les usines cubaines se développent, il n'est pas impossible que leur courant traverse bientôt la mer des Antilles jusqu'aux extrémités de la jetée ferroviaire de Kew-West, laquelle s'avance jusqu'à 70 milles de Cuba.

Utiliser l'énergie à bord pour des fabrications chimiques? Certes, on peut aussi le prévoir, encore que la place ne soit pas illimitée sur des îlots flottants.

Pour nous, il apparaît que le plein développement des usines thermiques marines est subordonné à l'invention d'un accumulateur extra-léger, qui permettrait la manutention de l'énergie électrique au même titre que celle du pétrole. Un tel accumu-

lateur, nous avons montré (1) qu'il ne saurait vraisemblablement pas être « chimique » comme ceux aujourd'hui connus : il sera « physique », plus exactement fondé sur les phénomènes radioactifs. Quand on saura (par le moyen de hauts voltages) provoquer artificiellement les transmutations des corps simples — on pourra peut-être (inversement) récupérer les tensions électriques ainsi réalisées au sein de l'atome.

A ce moment, l'énergie électrique s'emmagasinerait et se transporterait sous des volumes et des masses incroyablement restreints. Et il n'y aura plus aucune raison pour que des navires-accumulateurs, véritables citernes électriques, n'aillent se charger à l'Equateur, chez les petits-fils industriels de Georges Claude, pour venir se décharger au Havre, ou même sur les quais de la Seine, à Paris.

JEAN LABADIÉ.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 107, page 357 « L'Electricité en l'an 2000 ».

VERS LA SOLUTION DU PROBLÈME DE LA TÉLÉVISION EN FRANCE ET EN AMÉRIQUE

Par Victor JOUGLA

Malgré le succès obtenu par les appareils de Baird — décrits dans notre précédent numéro (n° 162, page 441) à la suite de la visite que notre envoyé spécial à Londres a faite à l'inventeur — et dont le mérite a été de mettre à la portée de tous un appareil de télévision en même temps qu'il organisait les transmissions spéciales indispensables à l'utilisation de son « téléviseur », certaines difficultés n'en demeurent pas moins encore à surmonter. Parmi celles-ci, il faut signaler notamment les dimensions encore réduites de l'image transmise. Aussi les techniciens ne se tiennent-ils pas pour satisfaits et, tant en Amérique qu'en France, les recherches sont-elles poursuivies activement. Déjà, aux Etats-Unis, on a réussi, à Schenectady, à donner à l'image une surface comparable à celle d'un écran cinématographique normal (4 mètres carrés). Non seulement l'intensité de l'éclairement de l'image à transmettre et de l'écran récepteur a dû être puissamment intensifiée, mais encore le synchronisme le plus rigoureux entre l'émission et la réception a dû être réalisé. C'est là l'aboutissement décisif de patientes et minutieuses recherches. Mais voici qu'un ingénieur français affirme avoir résolu ce problème capital par un nouveau procédé où l'onde porteuse assure automatiquement ce synchronisme à un dix-millième de seconde près. Pouvons-nous espérer que, bientôt, la télévision d'images de grandes surfaces sera, dès lors, réalisée? La cellule photoélectrique (1), qui est à la base de l'exploration de cette image, est-elle maintenant assez sensible pour transmettre en un même temps le nombre de points lumineux nécessaires pour donner l'impression de la continuité (2)? Des investigations se poursuivent dans ce domaine afin de ralentir l'exploration, pour que la cellule photoélectrique puisse transformer les intensités lumineuses en intensités du courant électrique.

La course à la télévision en Amérique

UNE sorte de match permanent, d'ordre scientifique autant que publicitaire, met aux prises les deux groupes qui se partagent la construction électrique et radioélectrique aux Etats-Unis : d'une part, la *General Electric Co.*, associée à la *Radio Corporation*; d'autre part, la *Western Electric Co.*, associée à l'*American Telegraph and Telephone*. Les laboratoires de l'un et l'autre groupes sont équipés sur le plan le plus élevé de la recherche scientifique. Ceux du premier ont Edison pour grand homme et, développés à Schenectady suivant les méthodes du célèbre inventeur, portent l'empreinte de son empirisme. Ceux de l'*American Telegraph*, dominés par l'ancêtre déjà lointain Graham Bell, sont peut-être, à cause de cela, plus rationnels et moins bruyants..

L'an dernier, c'est l'*American Telegraph*

qui triomphait et nous avons exposé (1) comment, grâce à des cellules photoélectriques et des lampes au néon d'une puissance inusitée, ses ingénieurs avaient mis au point, sous la direction de M. Herbert Ives, un dispositif permettant de voir distinctement, sur un écran de quelques décimètres carrés, un sujet animé situé à un poste d'émission relativement lointain.

Aujourd'hui, c'est l'autre groupe, de la *Radio Corporation*, dont les ingénieurs, MM. Samoff et Goldsmith ont mis au point, un procédé beaucoup plus sensationnel, puisqu'ils réussissent à présenter sur un véritable écran de cinéma de quatre mètres carrés, un acteur parlant et jouant à cinq kilomètres de là. Tour supérieurement joué, devant lequel si l'on ne contrôle pas son imagination, on se prend à espérer contempler le monde sans quitter son fauteuil.

Quels sont la portée et l'avenir pratique de ces records transatlantiques? Nous allons essayer de l'apercevoir, par un exposé

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 156, page 443.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 158, page 91.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 150, page 493.

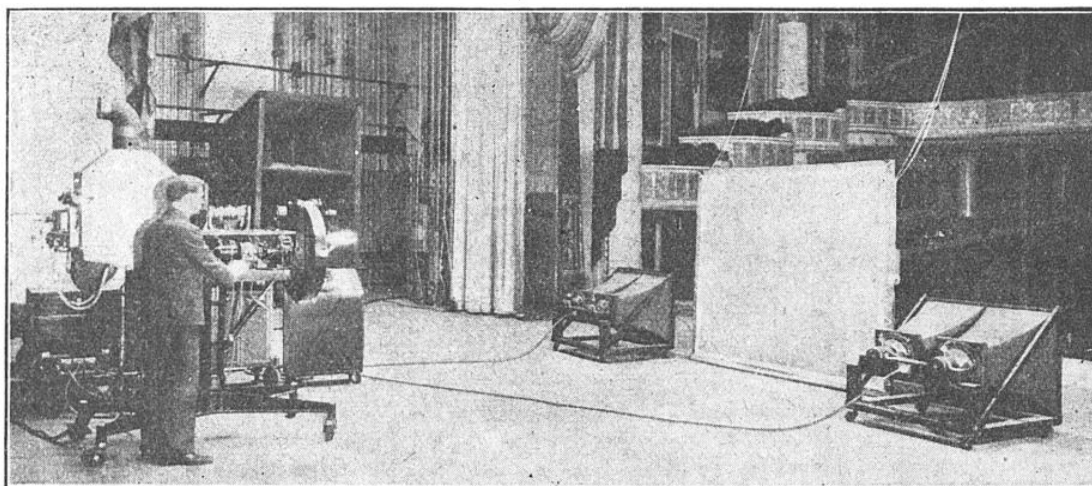


FIG. 1. — INSTALLATION DE SCÈNE POUR LA TÉLÉVISION, A SCHENECTADY (ÉTATS-UNIS)
L'appareil de projection est à gauche. L'écran fonctionnant par transparence est sur le devant de la scène du théâtre, flanqué des hauts-parleurs.

rationnel des difficultés inhérentes à la télévision et des solutions apportées.

Certaines difficultés sont encore en suspens

Le fait nouveau technique contenu dans les cinq représentations publiques de cet été au grand cinéma de Schenectady (la ville métropole de la *General Electric Co*) en présence de deux mille spectateurs, consiste, avant tout, dans l'agrandissement de l'image « télévisée », jusqu'au format ordinaire des cinématographes.

Comment a-t-on pu, en un an, effectuer ce saut brusque des quelques décimètres déjà acquis (par J. L. Baird (1), en Angleterre, et, en Amérique, par la Compagnie concurrente) à l'écran de 4 mètres carrés ? Pour comprendre les difficultés tournées plutôt que vaincues par les techniciens américains, nous devons rappeler le mécanisme de la télévision.

A la station d'émission, on éclaire par un spot lumineux,

aussi intense que possible, l'objet dont on transmet l'image. Ce spot parcourt l'objet dans une exploration assez rapide pour l'éclairer tout entier en l'espace d'un dixième de seconde. Grâce à l'effet de la persistance rétinienne, ce balayage ponctuel équivaut à une illumination d'ensemble.

L'objet ainsi éclairé impressionne une cellule photoélectrique qui traduit instantanément chaque luminosité ponctuelle par un courant électrique d'intensité à peu près proportionnelle. Ce courant, amplifié, est traduit à son tour en ondes hertziennes.

A la station réceptrice, ces ondes rétablissent le courant électrique modulé par les points lumineux successifs. Ce courant variable est alors retraduit en lumière. Il ne reste qu'à concentrer cette lumière variable en un pinceau étroit qu'on oblige à balayer l'écran récepteur suivant un mouvement exactement synchrone du mouvement du spot explorateur de la station d'origine. Et l'image de l'objet se trouve ainsi instantanément reconstituée sur l'écran récepteur.

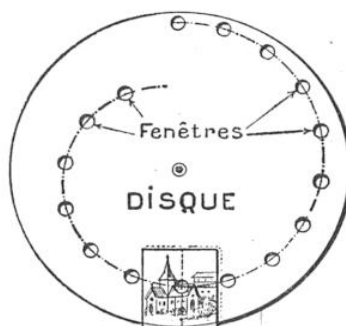


FIG. 2. — LE DISQUE DE NIPKOW

Un disque masque une image fixe, placée à sa périphérie. Des fenêtres, disposées en spirale sur le disque, découvrent chacune une ligne transversale de l'image. Tous les points de l'image ont ainsi défilé devant une fenêtre quand le disque a accompli une révolution. (Le schéma ci-dessus est simplifié pour la clarté. En réalité, le disque comporte 48 fenêtres.)

En résumé, la transmission s'est effectuée point par point, les variations de lumière modulant l'onde hertzienne de liaison, et celle-ci modulant, à son tour, la lumière chargée de la synthèse finale.

Dans ce processus désormais classique, rien de sensationnel. L'analyse et la synthèse par balayage d'un spot offrent si peu de difficulté que les dispositifs adoptés — roue de Nipkow perforée de trous en spirale, roues orthogonales de Brillouin porteuses de lentilles et tournant à vitesses inégales (1) — sont vieux, respectivement, de quarante-six et de quarante ans. S'il fallait un jour accélérer l'exploration du spot, on peut dire que, dès maintenant, les procédés sont inventés qui multiplieraient par 10, par 100 la rapidité d'analyse (2).

(1) V. *La Science et la Vie*, n° 150, page 493.

(2) Si, notamment, on reçoit le pinceau-balayeur sur une série de miroirs cylindriques, convexes, juxtaposés par leurs génératrices, le rayon lumineux réfléchi par chaque cylindre décrit un va-et-vient complet, de sorte que la fréquence du balayage total du faisceau réfléchi est multipliée par le nombre même des miroirs. Une réflexion nouvelle sur une nouvelle série élève au carré ce coefficient; une troisième l'élève au cube ! etc.

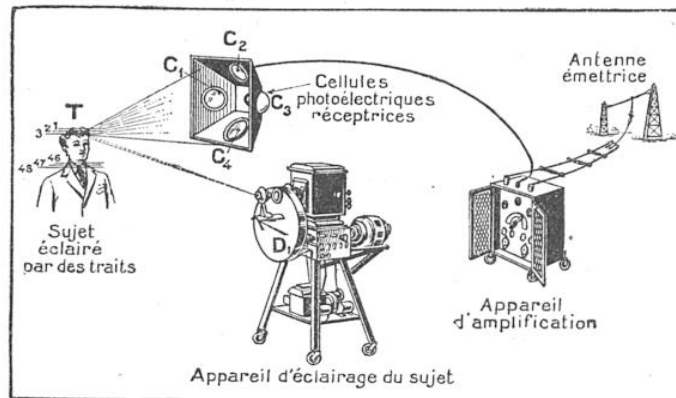


FIG. 3. — MONTAGE DE LA STATION ÉMETTRICE

Le sujet est éclairé par le pinceau lumineux oscillant de l'appareil situé au centre du schéma. Le disque de Nipkow du dit appareil balaie le sujet par autant de traits lumineux qu'elle comporte elle-même de fenêtres, soit 48. Les cellules photoélectriques C₁, C₂, C₃ traduisent les variations de cet éclairage en un courant que l'amplificateur (situé à droite) retransmet à la station hertzienne (dans le lointain).

de l'émission et la synthèse de la réception.

Ces trois difficultés, délimitent exactement la portée des expériences passées et futures. Passons-les donc en revue.

L'onde hertzienne peut-elle suivre les modulations lumineuses ?

Tout amateur de radio connaît le fameux problème de la « bande de fréquences » qui doit être réservée à un poste émetteur. D'où ce partage si laborieux entre les divers pays et leurs diverses stations de ce domaine invisible, « l'éther », que le profane croirait volontiers divisible à l'infini par la règle trop simple : autant de longueurs d'ondes, autant de postes... Ceci n'est valable, en prin-

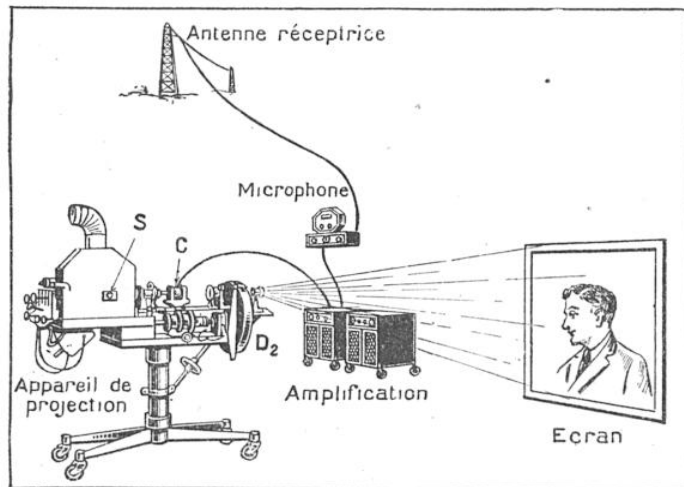


FIG. 4. — MONTAGE DE LA STATION RÉCEPTRICE

L'appareil projecteur (à gauche) est alimenté par un arc électrique S. Impressionnée par le courant amplifié de l'antenne réceptrice, la cellule Kerr-Karolus (en C) module le pinceau lumineux, que le disque de Nipkow distribue à l'écran, en synchronisme avec le mouvement d'exploration du sujet, à la station émettrice. Un microphone est nécessaire aux ingénieurs pour maintenir le réglage de ce synchronisme au cours de la transmission. C'est le point faible de l'installation.

cipe, que pour télégraphier par trains d'ondes. Mais dès que « l'onde porteuse » attribuée au poste d'émission se trouve modulée aux fréquences téléphoniques musicales, les variations d'amplitude (intensité) qu'impose cette modulation à l'onde porteuse (de fréquence constante) atteignent elles-mêmes une fréquence propre pouvant aller, de soixante à huit ou dix mille périodes par seconde, au cours de la transmission d'un concert (en pratique, on se contente de beaucoup moins). Telle est la bande de fréquences qui, se composant avec celle de l'onde porteuse, élargit singulièrement la place théoriquement occupée par celle-ci dans la gamme générale que les différents postes doivent se partager sous peine de se brouiller mutuellement.

Cette difficulté qui gêne déjà le développement du trafic radio-phonique, devient capitale en télévision, où les fréquences des modulations sont incomparablement plus élevées.

D'autre part, la fréquence des modulations devient, si l'on multiplie le nombre de points à transmettre, de l'ordre de la fréquence de l'onde porteuse. Ainsi, pour transmettre 600 nuances ponctuelles par centimètre carré (trame grossière d'une photogravure de basse qualité), il faut prévoir une fréquence de 600.000 périodes par seconde — si l'on veut couvrir un écran d'un décimètre carré dans le dixième de seconde exigé pour la continuité visuelle. Ceci correspond à 500 mètres de longueur d'onde.

Cette fréquence est évidemment un maximum, au-dessous duquel viennent s'insérer toutes les fréquences reliant des points plus éloignés. En sorte que la bande de fréquences du poste de télévision que nous envisageons oscillera entre 10 et 600.000 périodes.

Disons tout de suite que les techniciens spécialisés dans la télévision ont d'ores et déjà obtenu des modulations hertziennes aux fréquences extrêmes de 40.000 (procédé de l'*American Telegraph*) et même, plus récem-

ment, de 65.000. Ils ont, de même, construit des amplificateurs qui obéissent assez uniformément au passage, cependant scabreux, de la fréquence 10 à la fréquence 200.000.

N'empêche que pour utiliser ces bandes de fréquence, étendues jusqu'à 40.000 et 60.000, l'expérience de la *General Electric Co* a dû s'effectuer dans l'intimité, c'est-à-dire avec un poste émetteur seulement éloigné de 5 kilomètres et pouvant, à cause de cela, fonctionner en sourdine, émettant des ondes hertziennes atténuées et passées inaperçues dans le trafic général, évitant ainsi le brouillage.

Est-ce qu'un poste de grande diffusion utilisant une puissance suffisante pour « porter » à grande distance pourra s'effacer de la sorte ?

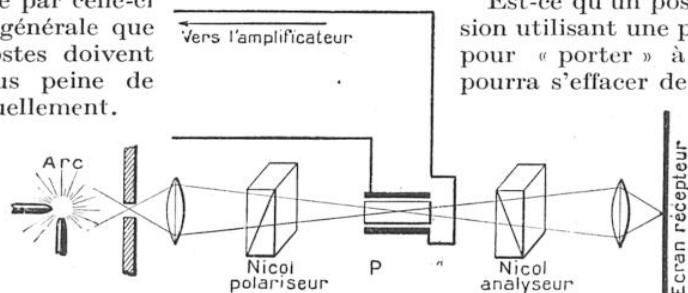


FIG. 5. — COMMENT FONCTIONNE LA CELLULE DE KERR-KAROLUS

Quand le pinceau lumineux issu de l'arc électrique rencontre les deux Nicols (polariseur et analyseur) sans interposition de l'appareil P, il est éteint par les deux Nicols. Mais si, en P, on dispose une cuve contenant certain produit (nitrobenzine, par exemple), elle-même placée entre les lames d'un condensateur, l'extinction du pinceau est levée proportionnellement à la tension appliquée au condensateur. La variation de tension régie par l'amplificateur relié à l'antenne réceptrice, aura donc pour effet de régler la quantité de lumière aboutissant finalement à l'écran récepteur.

La difficulté d'éclairer intensément l'écran récepteur

Un autre facteur d'agrandissement de l'écran récepteur est l'intensité de la source lumineuse nécessaire. Cette intensité croît comme la surface illuminée.

L'écran de 4 mètres carrés de Schenectady,

exigeait cent fois plus de lumière que celui de 4 décimètres carrés de l'*American Telephone*. Celle-ci avait pu adopter, comme sources éclairantes, modulées à la réception, des lampes à néon, construites, d'ailleurs, à échelle démesurée.

L'écran de Schenectady exigeait autre chose.

On a mis en jeu un puissant arc électrique. Pour moduler son faisceau lumineux, on le fait passer par deux nicols croisés (1) à l'extinction. Cette opacité est levée (à des degrés variant comme le courant modulé) par l'office d'une cellule de Kerr. Une cuve de nitrobenzine, placée entre les deux lames d'un condensateur est disposée sur le chemin du faisceau entre les deux nicols. La tension variable, appliquée au condensateur par le courant modulé, agit sur le

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 150, page 493.

milieu biréfringent de la cellule (nitrobenzine), ce qui neutralise l'extinction due aux nicols, et la quantité de lumière passant par cette soupape est proportionnelle aux tensions instantanées du courant modulé, ce qui restitue finalement la modulation lumineuse de la station émettrice.

L'arc électrique apparaît ainsi très supérieur en puissance. Mais les tensions qu'il faut appliquer à la cellule de Kerr (brevet Karolus) sont assez élevées : 600 volts. Et pour obtenir sans déformation d'un amplificateur un courant de 600 volts, il faut disposer d'appareils puissants et constamment contrôlés. Ce n'est pas encore là le dispositif que nous verrons doubler notre téléphone, pour la télévision chez soi.

Ce ne sera pas davantage l'écran à compartiments multiples d'un autre technicien de la même Société, M. Alexander-son. Chaque compartiment de l'écran est desservi par un système indépendant et complet d'émission-réception. C'est la division du travail appliquée à la télévision. C'est ainsi qu'avec six appareils cinématographiques, Abel Gance couvrait la totalité du rideau de scène de l'Hippodrome de Paris. Inutile d'insister sur les difficultés qui se présentent pour appliquer ces six montages simultanés en télévision.

Le problème capital du synchronisme

Pour que l'image reçue reproduise fidèlement l'objet transmis, il faut que le mouvement d'exploration du faisceau récepteur corresponde, point par point, au mouvement d'exploration du faisceau transmetteur. Cette correspondance ou « synchronisme » est d'une importance capitale.

Le synchronisme est parfaitement réalisé si la roue de Nipkow, analysant l'objet à l'émission, tourne rigoureusement à la même vitesse que la roue similaire assurant la synthèse de l'image sur l'écran récepteur. Un décalage d'un degré entre ces deux rotations (qui sont très rapides) n'est même pas admissible.

Entre l'usine et le théâtre de Schenectady, cette rotation synchrone des deux roues perforées de Nipkow était assurée par une émission hertzienne spéciale (un simple fil téléphonique est suffisant en théorie, mais non pas en pratique). A la station réceptrice, l'ingénieur-opérateur surveillait les moindres indices de distorsion de l'image — révélateurs d'une rupture imminente du synchronisme — et, par téléphone, donnait les instructions nécessaires à son collègue de la station émettrice pour rectifier le réglage.

Pratiquement, une telle méthode est-elle accessible à l'usager futur — vous et moi — de la télévision ? Telle est la difficulté qui demeure pendante pour la création d'un télé-

visueur de série, fonctionnant à peu de frais.

Dans le dernier numéro de *la Science et la Vie*, on a exposé le procédé par lequel l'inventeur anglais, Mr. J. L. Baird, a tenté de réaliser le synchronisme. Depuis est apparue une solution française qui constitue,

semble-t-il, un progrès appréciable. Elle est due à un technicien éprouvé, M. Barthélémy.

Nous allons l'examiner.

L'appareil français Barthélémy

L'appareil de M. Barthélémy est établi dans les laboratoires de la *Compagnie générale des Compteurs*, car, en France également, de grandes firmes ont leur petit coin réservé aux études scientifiques.

M. Barthélémy estime que les discussions actuelles sur la télévision sont beaucoup trop théoriques. L'assimilation de la modulation lumineuse au défilé des « points de trame » d'une photographie est fallacieuse. Le passage d'un point à un autre différemment nuancé s'effectue, sur l'écran, par une transition rapide et continue, que l'œil interprète d'une manière beaucoup plus souple qu'il ne fait dans le cas des points immobiles et juxtaposés d'une trame gravée. Tant et si bien que 2.500 « points » suffisent, en télévision, pour couvrir d'une manière suffisante une surface large

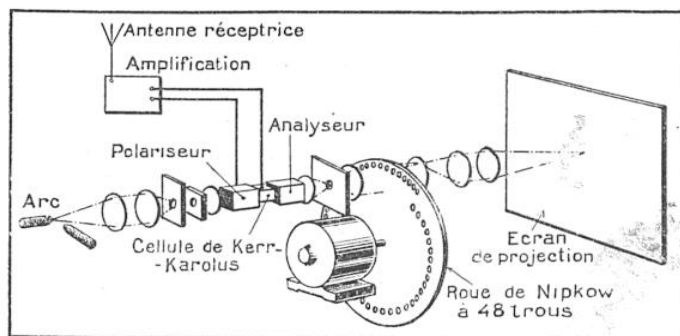


FIG. 6. — DÉTAIL DE L'APPAREIL RÉCEPTEUR

Ce dispositif montre le trajet complet du pinceau lumineux depuis l'arc électrique jusqu'à l'écran, à travers le système polariseur, la cellule de Kerr-Karolus et le disque Nipkow.

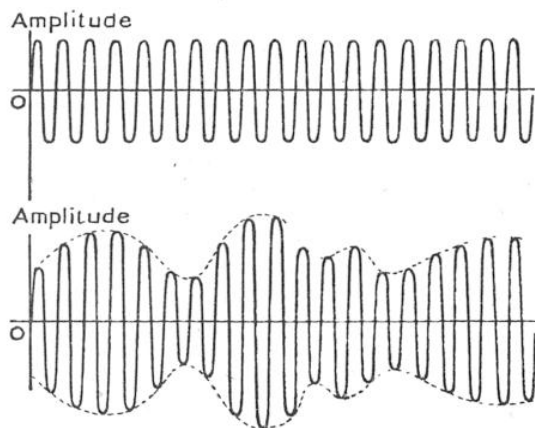


FIG. 7. — MÉCANISME ONDULATOIRE DE LA MODULATION, EN L'ÉTAT ACTUEL DE LA RADIOPHONIE

En haut : schéma d'une onde porteuse non modulée. Son amplitude (dont le carré mesure l'intensité du rayonnement) demeure invariablement fixée par une ligne de maxima et une ligne de minima. La distance séparant deux maxima ou deux minima consécutifs représente une « période » de la vibration hertzienne, donc sa « fréquence ». En bas : schéma d'une onde porteuse modulée. A chaque période de la vibration, l'amplitude est modifiée. Ces variations d'amplitude se traduisent par une courbe enveloppe (pointillée) qui représente l'effet de la modulation musicale (ou lumineuse) sous forme d'une onde nouvelle greffée sur la première.

comme une page de la Science et la Vie.

En 1891, après avoir inventé ses disques orthogonaux porteurs de lentilles pour l'analyse et la synthèse ponctuelle des images, M. Marcel Brillouin estimait qu'une image de 4 centimètres de côté (un timbre-poste !) exigerait, pour être clairement transmise, d'être décomposée en 640.000 éléments.

Or, les inventeurs actuellement les plus avancés couvrent leur écran avec deux mille fois moins « d'éléments » que ne laissait prévoir le raisonnement — théoriquement irréprochable — de l'éminent professeur au Collège de France. Le secret de la réussite de ces pionniers s'explique d'un mot : n'étant pas théoriciens, ils attaquèrent en empiriques des problèmes réputés insolubles et les résolurent par des moyens « contre-indiqués ».

M. Barthélémy, nouveau venu en télévision (il n'a commencé qu'en novembre 1929 l'étude de son appareil), mettant à profit ces principes empiriques, n'essaye donc pas, pour l'instant, d'analyser l'image du visage humain (plus généralement un panneau de 40 centimètres de côté) en plus de 2.500 éléments répartis sur 30 traits parallèles. L'explo-

ration de cet ensemble par le spot éclairant ne dure qu'un seizième de seconde, c'est-à-dire le temps de passage aujourd'hui adopté par tous les cinématographes comme répondant le mieux aux conditions physiologiques de la perception rétinienne, malgré que le dixième de seconde soit théoriquement suffisant. Dans ces conditions, la fréquence de modulation exigée du spot analyseur atteint environ 30.000. En un trente-millième de seconde, la cellule peut avoir à traduire le contraste du blanc et du noir les plus opposés. Ainsi, un trait de craie d'épaisseur usuelle tracé au tableau noir représente en l'espèce une modulation d'un dix-millième de seconde. Il est transmis avec une grande netteté. Cette netteté est fonction de la rigueur du synchronisme.

Le balayage lumineux de l'objet à montrer est effectué par un cylindre à axe vertical qui porte à sa périphérie trente miroirs. Ceux-ci sont diversement inclinés de manière à assurer, par la rotation continue de l'ensemble, une double oscillation (horizontale et verticale) à un pinceau lumineux qui vient s'y réfléchir, venant d'une lampe fixe (750 watts) et concentré par des lentilles. C'est le vieux procédé inventé par M. Lazare Weiller, voilà de nombreuses années.

A la réception, le balayage de synthèse s'effectue par une roue de Nipkow à trente trous (chacun d'eux correspondant à un miroir de la roue de Weiller). Le disque

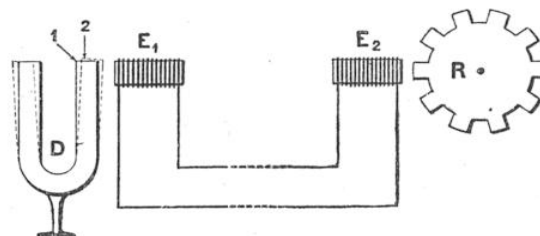


FIG. 8. — PRINCIPE DE LA SYNCHRONISATION PAR « ROUE PHONIQUE »

En vibrant, le diapason produit (au poste d'émission) un courant alternatif, dont chaque demi-période engendre dans un pôle inducteur (au poste de réception) un champ magnétique également alternatif, duquel résulte l'attraction et la répulsion ordonnée des dents successives d'un disque (roue phonique). Ainsi, le disque tourne, commandé par le diapason, à raison d'une vibration par entre-dent. On peut remplacer le diapason par tout autre dispositif périodique, tel qu'un autre disque denté agissant comme inducteur ; ou encore : l'obturation ou l'éclairement périodiques d'une cellule photoélectrique. Celle-ci tient lieu, alors, de générateur du courant synchronisant.

minuscule (15 centimètres de diamètre) ne fournit qu'une image d'un centimètre carré, tirée de la modulation d'une lampe réceptrice au néon; mais, cette image, d'une très grande finesse parce qu'elle est très réduite, peut, en conséquence, être reprise dans un système de lentilles qui l'agrandit en une « image virtuelle » analogue à celles que fournit cet appareil commun dénommé à tort « stéréoscope », où, derrière une grande loupe, on contemple agrandies les photographies usuelles. Effectivement, l'image finale de l'appareil Barthélémy, reflétée par un miroir incliné, offre un certain relief apparent. En tout cas, comme devant le dit stéréoscope, elle peut être contem-

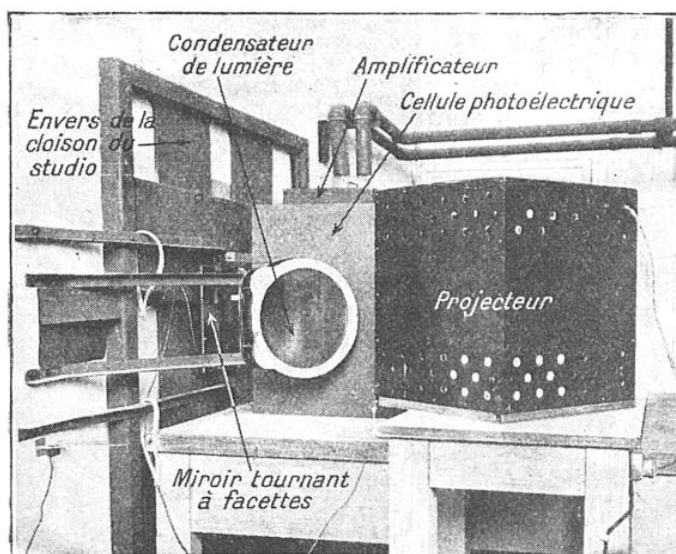


FIG. 10. — L'ENVERS DU PANNEAU PRÉCÉDENT (POSTE DE TRANSMISSION)

On aperçoit le miroir tournant à 30 facettes, sur lesquelles se réfléchit le rayon lumineux explorateur, provenant d'une lampe de 700 watts située au premier plan. Le rayon opère le balayage à travers la fenêtre, derrière laquelle est placé le sujet. Au dernier plan, l'amplificateur. Au centre, la cellule photoélectrique de synchronisme.

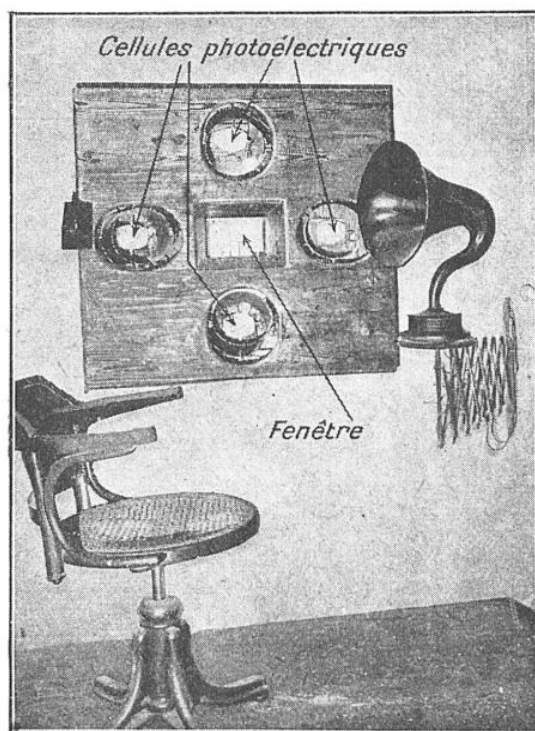


FIG. 9. — LE PANNEAU DES CELLULES PHOTO-ÉLECTRIQUES AU POSTE DE TRANSMISSION DE L'APPAREIL BARTHÉLÉMY

Le sujet assis sur le fauteuil a son visage balayé par le spot lumineux explorateur, qui traverse la fenêtre. Quatre cellules photoélectriques spéciales (au potassium) recueillent la modulation lumineuse.

plée simultanément par une demi-douzaine de spectateurs. C'est déjà la télévision en famille. L'inventeur ne voulait pas autre chose, sachant qu'il n'y a, pour l'instant, pas autre chose à chercher dans la voie pratique... à moins de dépenser des dollars par milliers dans des installations de pure attraction théâtrale, ainsi que nous l'avons montré plus haut.

Le synchronisme automatique

Ce qui caractérise l'appareil de M. Barthélémy — comme d'ailleurs celui de M. J. L. Baird — c'est son réglage automatique du point de vue du synchronisme, difficulté majeure.

Le procédé de réglage classique qui assure, entre le poste d'émission et celui de réception, le parallélisme des deux rotations d'analyse et de synthèse est connu sous le nom de « roue phonique ». Le schéma figure 8 en montre le principe : un mouvement périodique (rotation ou vibration) étant installé à la station émettrice, on traduit, au moyen d'un induct, ce mouvement en courant alternatif de même fréquence. A la station réceptrice, ce courant est appliqué à un inducteur qui, agissant sur une roue

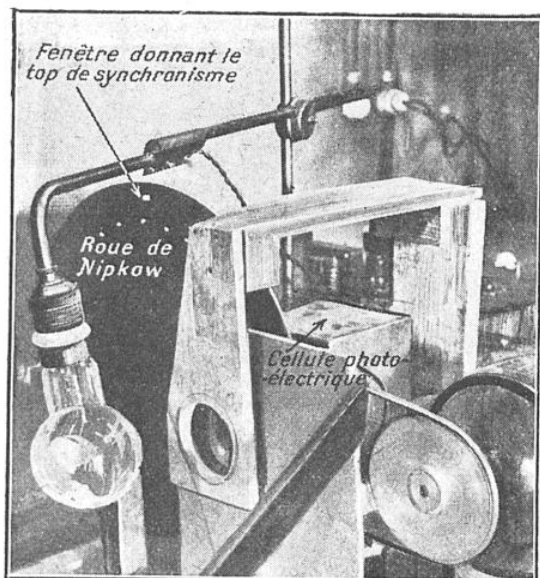


FIG. 11. — DISPOSITIF D'EXPÉRIENCE MONTRANT LE PRINCIPE DE LA TRANSMISSION DU SYNCHRONISME, DANS LE PROCÉDÉ DE TÉLÉVISION BARTHÉLÉMY

Dans la roue de Nipkow d'exploration, au poste d'émission, est ménagée une fenêtre spéciale dont l'éclairement frappera, à chaque tour, donc 16 fois par seconde, une cellule photoélectrique spéciale. C'est le courant fourni par cette cellule qui, dans sa courbe très aiguë, envoie le « top » de synchronisation à la station réceptrice.

convenablement dentée oblige celle-ci à tourner, chaque période du courant alternatif ayant pour effet d'attirer une dent de la roue vers l'inducteur et de la repousser une fois qu'elle est passée devant lui, ce qui assure la rotation continue.

Notre schéma montre comment un diapason musical peut ainsi gouverner à distance le mouvement d'une roue en synchronisme avec son propre rythme — le passage de chaque dent correspondant à une vibration du diapason (d'où le nom de « roue phonique »). Naturellement, une deuxième roue placée à la station émettrice pourrait suppléer au diapason — il suffirait que ses dents, devenues pôles inducteurs, agissent sur l'induit transmetteur. Celui-ci recevrait, de la sorte, autant de périodes de courant qu'il existerait de dents : les deux roues émettrice et réceptrice, en possédant le même nombre, tourneraient parfaitement synchrones.

La difficulté commence lorsqu'on veut supprimer la ligne spéciale reliant entre elles les deux roues — condition nécessaire à la divulgation de la télévision (chaque abonné

ne pouvant posséder une ligne spéciale de synchronisation).

Ainsi qu'on l'a vu (1), M. J. L. Baird a réussi cette suppression de la ligne de synchronisme, en ménageant dans la roue transmettrice (de Nipkow) des interruptions de lumière imperceptibles à l'œil (chaque 375^e de seconde), mais qui reçues à l'arrivée par une cellule photoélectrique spéciale provoquent, par l'intermédiaire de celle-ci, l'apparition d'un courant alternatif. Ce courant lié, comme nous venons de le voir, à la rotation de la roue transmettrice, peut donc servir à régler (au moyen d'un disque denté du type « phonique ») celle de la roue de Nipkow réceptrice.

Parfait en théorie, ce système exige, pour

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 162, page 441.

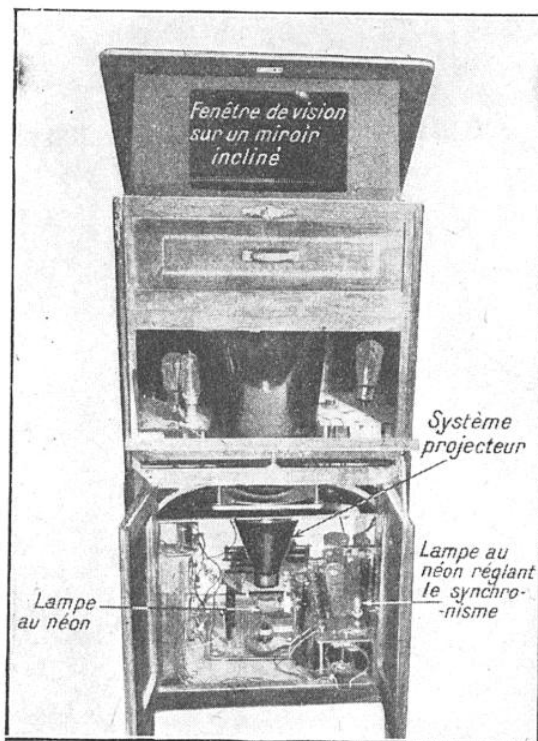


FIG. 12. — LE POSTE RÉCEPTEUR DE TÉLÉVISION BARTHÉLÉMY

En bas, à droite, le dispositif de synchronisation commandé par le rythme d'une lampe au néon spéciale. Au centre, la lampe au néon réceptrice de l'image : un disque de Nipkow (minuscule) la sépare du système projecteur, dans lequel se forme l'image. Agrandie par des lentilles, celle-ci vient se refléter dans un miroir incliné placé dans le pupitre supérieur. Elle apparaît, par conséquent, finalement dans la fenêtre obscure, sous forme d'image virtuelle.

fonctionner exactement, que le moteur d'entraînement de la roue réceptrice conserve, à tout instant de sa rotation, un couple rigoureusement constant. Sinon, les variations de ce couple se traduiraient par des résistances à l'action de l'inducteur synchronisant — résistances qui amèneront soit des balancements dans l'image, soit des « décro-

est traduit, au poste d'arrivée, en oscillation brusque, très amortie, par un dispositif non encore publié (1). Cette oscillation est si nette et son application au système moteur est si exacte qu'un simple moteur de compteur électrique, appliqué à la roue de Nipkow réceptrice, suit son impulsion avec une remarquable précision.

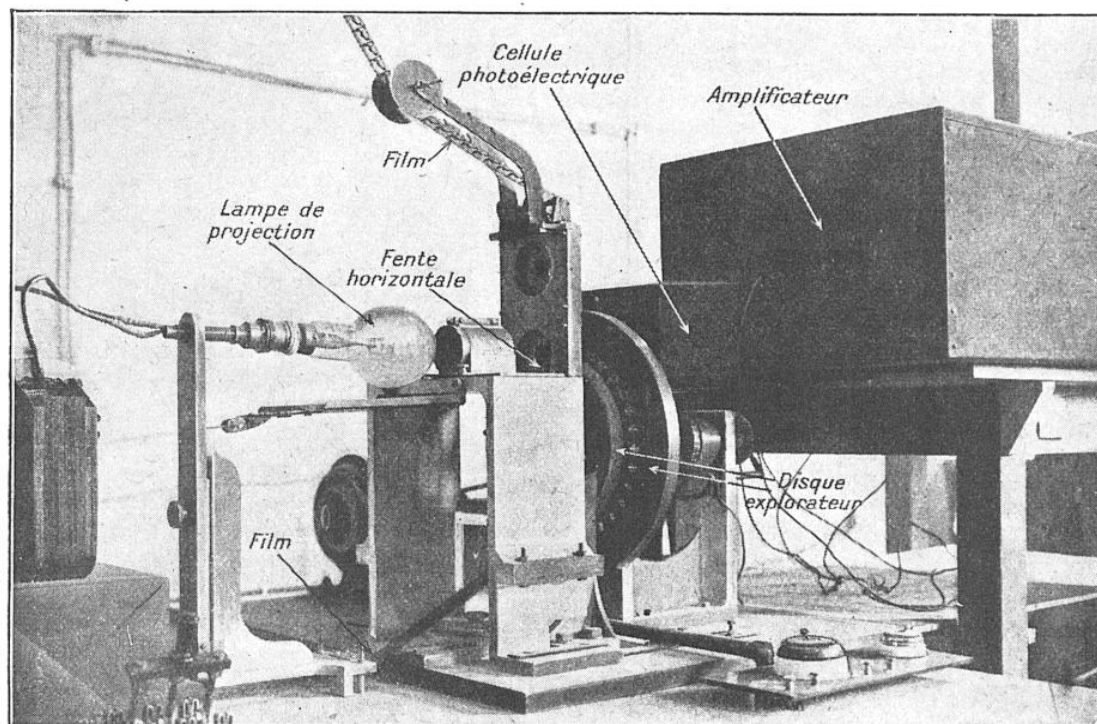


FIG. 13. — LE TÉLÉCINÉMA BARTHÉLÉMY : POSTE DE TRANSMISSION.

Le film descend du plafond et, guidé, vient passer devant une fente horizontale, qu'éclaire, à travers un condensateur, une lampe de projection. Le disque explorateur comporte une série de diaphragmes ovales correspondant à autant de fentes radiales disposées sur un tambour spécial. Ces fentes radiales, en défilant devant la fente horizontale fixe, provoquent le balayage de celle-ci. Ce balayage linéaire composé avec le mouvement de translation du film aboutit à l'exploration intégrale de chaque cliché. La modulation lumineuse est effectuée comme à l'ordinaire, par une cellule photoélectrique et un amplificateur.

chages » par décalage brusque d'une ou plusieurs dents sur les phases de l'inducteur.

En présence de ces difficultés, M. Barthélémy a déplacé le problème du synchronisme. Au lieu de remettre à l'heure commune ses disques tournants (considérés comme des horloges) 375 fois par seconde de façon médiocre, il les accorde seulement une fois par tour (donc tous les seizièmes de seconde), mais avec une précision qui atteint le dix-millième de seconde.

Une cellule photoélectrique spéciale reçoit, au poste d'émission, un « top » lumineux qui

Nul décrochage n'est à craindre. Les balancements que pourrait imprimer au moteur les variations du secteur sont facilement annulés par un système compensateur approprié.

Le télécinéma

Le procédé Barthélémy s'applique d'une manière extrêmement précise au télécinéma.

On sait, en effet, que si l'on se contente

(1) Il doit faire, au moment où nous écrivons, l'objet d'une communication à l'Académie des Sciences, par M. P. Janet.

de transmettre les images mouvantes déjà imprimées sur un film, le balayage lumineux se trouve simplifié : un disque à fentes radiales tourne devant une fente horizontale pendant que le film s'écoule devant la fenêtre mobile ainsi astreinte au seul simple balayage horizontal. La composition des deux mouvements du film et de la fenêtre aboutit au balayage total durant le seizième de seconde que l'image cinématographique élémentaire met à passer.

De plus, afin de réaliser une plus grande finesse, M. Barthélémy renonce à ce que le balayage soit, ici, strictement « jointif ». Le pinceau lumineux ultra-délié trace sur chaque cliché des raies lumineuses très minces et non jointives, sans dommage pour la précision de l'image finalement perçue. L'œil se charge d'opérer la synthèse globale par l'effet de la persistance rétinienne.

Ainsi, la télévision des films de cinéma se trouve grandement favorisée. Bien avant la télévision directe, la radiovision cinématographique viendra illustrer la radiophonie.

Les progrès immédiats encore réalisables

Ajoutons que les procédés de M. Barthélémy sont loin d'épuiser leurs possibilités par les résultats que nous venons d'indiquer.

Dès maintenant, l'inventeur a mis en construction un appareil explorateur à soixante traits, ce qui portera la modulation lumineuse à la fréquence 120.000. Ce record n'a jamais encore été réalisé. Il en résultera, à volonté, soit un agrandissement de l'image reçue, soit un agrandissement du champ d'exploration à la station émettrice — suivant qu'on préférera la précision à la variété du tableau ou inversement celle-ci à celle-là.

Quoi qu'il en soit, M. Barthélémy ne nie pas qu'il se heurtera fatalement, comme tous ses émules, au mur d'airain que nous avons signalé — lequel n'est autre que l'impossibilité pour l'onde hertzienne de suivre le train de la modulation lumineuse. Actuellement, M. Barthélémy confie l'émission hertzienne à une longueur d'onde de 150 m. Avec des modulations de plus haute fréquence, il faudra raccourcir encore la longueur de l'onde porteuse, afin que celle-ci présente à la modulation des fréquences nettement supérieures à celles de la modulation elle-même.

Le seul progrès actuellement en perspective est donc lié, pour la télévision, au perfectionnement des transmissions par ondes courtes.

Hors de ce progrès, d'ailleurs limité par la nature même de l'onde hertzienne, il n'y a de salut que dans l'apparition — toujours problématique — d'un principe nouveau.

Possibilités futures de la télévision

En résumé, la télévision actuelle ne dépasse pas le champ d'un visage ou d'un buste : l'éclairage ponctuel par projection ne saurait s'étendre à la multiplicité des plans d'un paysage. Quant à l'analyse de ce paysage ou d'une scène à plusieurs personnages au moyen de leur lumière propre (Baird l'a tentée en plein soleil), cela ne réussit guère : il est une limite à la bonne volonté des cellules photoélectriques.

Il nous faut donc conclure, comme l'an passé : on attend de nouvelles découvertes. Lesquelles ?

Une suggestion intéressante nous vient de M. David, radioélectricien de valeur. Dans les systèmes actuels, on module à des fréquences vraiment superflues. Les mouvements réels des objets télévisés sont loin d'être aussi rapides, en chacun de leurs points, que ceux du spot lumineux. Profitez de ce que deux positions successives d'un objet possèdent des points dont l'intensité lumineuse n'a pas varié pour ralentir l'exploration. Mais, alors, l'œil perdra la liaison de la continuité ; la rétine « oubliera » les points intercalaires entre deux passages successifs du spot ? Très bien, répond M. David. Il s'agit simplement d'inventer un mécanisme de « conservation » de l'impression lumineuse, durant la fraction de seconde requise.

M. David a établi un schéma de cette conservation de la luminosité par la lampe traductrice du courant en lumière.

M. Aisberg, autre spécialiste, attire l'attention sur les virtualités que comporteraient des écrans fluorescents dont l'inertie serait convenablement établie.

D'un autre côté, on commence à reparler de modulation hertzienne, non plus par *variation d'amplitude* d'une onde porteuse, mais par *variation de la fréquence même* de cette onde. Un tel procédé annule théoriquement la fameuse « bande de fréquences » : toute la gamme des fréquences serait à la disposition de tout le monde comme, dans un groupe conversant, les voix s'entre-croisent sans se mêler, bien qu'elles utilisent chacune toutes les fréquences du registre vocal.

Il faut donc attendre encore : ayons confiance, la solution existe.

VICTOR JOUGLA.

L'ARMÉE DE DEMAIN SERA UNE ARMÉE TRACTÉE

La « motorisation » de l'armée anglaise

Par le Lieutenant-Colonel REBOUL

L'armée anglaise, jadis, se faisait gloire de ses beaux attelages. Bien qu'elle se soit lancée une des premières dans l'utilisation en grand du camion automobile, en novembre 1918, à l'armistice, elle avait encore, en plus de ses nombreux convois automobiles, 740.000 chevaux et mulets en service sur le front français. Demain, elle ne possédera plus une seule voiture traînée par des chevaux. Elle motorise tous ses trains de combat. La dernière compagnie hippomobile de son armée régulière, la quatrième « Horse Transport Company of the Royal Army Service Corps », a été dissoute le 31 décembre 1929. Son armée territoriale possède encore quelques convois hippomobiles ; ils ne subsisteront plus longtemps. Ils sont condamnés. Pour que ses officiers puissent, par expérience, connaître les services qu'on peut attendre dans certaines colonies des chevaux et des mulets, qu'on les emploie comme animaux de trait ou comme bêtes de bât, l'Angleterre a l'intention de créer une compagnie hippomobile d'instruction du train au camp d'Aldershot. C'est dire à quel point la mécanisation a fait des progrès dans son armée. C'est une conséquence immédiate de la faiblesse de ses effectifs. Là encore, la science, par ses applications, transforme les conditions de l'existence même des armées modernes.

Comment est constituée l'armée anglaise

L'ARMÉE anglaise comprend l'armée régulière et l'armée territoriale.

L'armée régulière, dont le recrutement devient chaque jour plus difficile, ne compte que 200.000 hommes. Tous doivent s'engager pour douze ans, mais, en fait, ils n'accomplissent que six à sept ans de service, suivant l'arme dans laquelle ils servent. La moitié environ de cette armée stationne aux colonies. L'autre réside dans la métropole. Elle assure la relève des unités coloniales et est destinée, le cas échéant, à constituer le corps expéditionnaire.

L'armée territoriale chargée de la défense du territoire du royaume ne comprend, elle aussi, que des volontaires. Ceux-ci s'engagent pour quatre ans. Ils sont astreints chaque mois à quelques heures d'exercices et à une période d'instruction chaque année. Ils sont encadrés solidement par des officiers de l'armée régulière. L'effectif de cette armée était, en avril 1930, de 6.683 officiers et de 127.888 soldats. Elle devrait pouvoir, à la mobilisation, constituer 14 divisions d'infanterie et une de cavalerie. Les effectifs recrutés sont insuffisants. Ils ne représentent même pas 50 % du contingent nécessaire.

On comprend, dans ces conditions, com-

bien il est important pour l'armée anglaise de distraire le moins d'hommes possible du rang ; elle veut avoir le maximum de combattants. Les engins mécaniques ayant un plus grand rendement que les engins hippomobiles, tout en ne demandant qu'un personnel restreint, elle devait, finalement, aller vers cette solution et la généraliser. Peu lui importe la dépense.

Le premier succès des « tanks », en 1917, a orienté l'Angleterre vers la « motorisation »

Elle y a été poussée également par des considérations de sentimentalité qu'il ne faut pas nier. Un des plus grands succès qu'elle ait obtenus pendant la Grande Guerre fut son attaque par surprise sur Cambrai. Le 20 novembre 1917, 5 de ses divisions d'infanterie, après une courte préparation d'artillerie, attaquent, au sud-ouest de Cambrai, les positions allemandes. A cette occasion, le commandement britannique met en ligne tous ses tanks disponibles. Il rassemble, sur un front de quelques kilomètres, 3 brigades à 3 bataillons de 5 compagnies ; chaque compagnie est forte de 4 sections de 4 tanks chacune. Par suite de pertes précédentes et de quelques pannes de moteur, le nombre véritable de tanks qui participent à l'attaque, n'est que de 380.

Ce sont des « Mark IV-1917 ». Les uns, environ la moitié, sont armés de 2 canons de 37 millimètres à tir rapide et de 4 mitrailleuses Lewis (tanks mâles) ; les autres (tanks femelles), de 6 mitrailleuses Lewis. Leur vitesse moyenne en terrains variés est de 3,5 à 4 kilomètres à l'heure ; ils peuvent franchir des fossés de 2 m 70 à 3 mètres.

A eux revient tout le succès de la journée. Ils forcent les uns après les autres tous les centres de résistance ennemis et, au bout de trois heures de lutte, arrivent jusqu'à Marcoing et à Noizelles, à 8 kilomètres de leurs positions de départ. Par suite du manque de liaison entre les troupes, les Anglais ne peuvent pas tirer tout le parti possible de cette surprise. Deux heures

ils ont déjà franchi le canal. » La surprise est complète. Elle aurait pu être l'occasion de grands succès pour l'armée anglaise ; elle ne fut qu'une occasion de plus perdue !

Pour toutes ces raisons, l'armée britannique a cherché à développer le plus rapidement possible la mécanisation de ses unités.

Pendant la guerre, elle a surtout augmenté le nombre de ses convois automobiles. Pour cela, elle n'avait point besoin d'innover. Il lui suffisait de produire à un grand nombre d'exemplaires les camions automobiles dont elle disposait déjà. Elle n'entendit point la mécanisation de ses équipages au-dessous de l'échelon division ; celle-ci en était déjà largement dotée à la fin de la guerre. Son gros

TYPE DE TANK	POIDS	HAUTEUR	LARGEUR	LONGUEUR	VITESSE-HEURE	RAYON D'ACTION	ARMEMENT
Mark 1, 4 et 5....	26 à 35 t	2 m 50	3 m 75	8 à 9 m	4 à 8 km	»	»
Medium A, B et C.	14, 18 et 20 t	2 m 70	2 m 80	6 m 09 à 7 m 95	12 km	100 km	4 mitrailleuses 1 canon
Medium tank							
Mark 1...	10,5 t	2 m 60	2 m 80	8 m 05	25 km	»	1 canon 6 mitrailleuses
Char indépendant.	12 t	2 m 50	»	8 m 20	32 km	325 km	1 canon 2 mitrailleuses 1 mitrailleuse contre avions

TABLEAU DES CARACTÉRISTIQUES DES TANKS CONSTRUITS PAR L'ANGLETERRE PENDANT LA GUERRE ET JUSQU'EN 1928

durant, 30 tanks attendent leur cavalerie à Marcoing pour, de là, se porter en direction du nord. La cavalerie ne vient pas. Les Allemands, cependant, n'ont personne à Cambrai, personne non plus pour défendre les ponts sur le canal entre Cambrai et Masnières.

A 8 heures, le commandant de la 54^e division allemande qui tient cette partie du front, le marquis von Watter, aperçoit de son poste de commandement de Cambrai des fusées rouges. Son infanterie réclame des tirs de barrage. Depuis, malgré ses demandes de renseignements, il ne reçoit aucune nouvelle, ni de ses observatoires de commandement, ni des postes de commandement de ses régiments d'infanterie. Brusquement, à 10 heures, la sonnerie du téléphone tinte ; son commandant d'artillerie lui annonce : « Tanks dans notre position d'artillerie à l'ouest de Marcoing. Depuis une demi-heure, on se bat autour de nos batteries. » Presque en même temps, les commandants des deux localités de Cantaing et de Noyelle lui téléphonent : « Tanks en vue à Marcoing ;

effort d'invention et de mise au point fut réservé à la construction des tanks.

Voici les caractéristiques des tanks construits en Angleterre pendant la guerre et jusqu'en 1928

Tout d'abord, elle s'attacha à la réalisation du tank de bataille. Elle créa plusieurs types. Ce furent : le « Mark 1 », le « Mark 4 », le « Mark 5 », qui affectaient sensiblement la forme d'un parallépipède (voir tableau ci-dessus).

Leur protection était assurée par des plaques d'acier spécial de 6 à 15 millimètres.

Ce furent ces appareils qui jouèrent le rôle principal sur les champs de bataille de 1917 et de 1918.

En même temps, l'Angleterre en mettait au point d'autres plus légers, pour suivre sa cavalerie. Ce furent les types « Medium A », « Medium B », « Medium C ».

Les modèles B et C apparaissent respectivement en 1918 et 1919 ; on les appelle les levriers (whippet).

C'est avec le « Mark V » et le « Medium B »

que l'Angleterre termine la guerre. L'armistice ne met pas fin à l'effort qu'elle avait entrepris dans cette voie. Elle continue à améliorer les types existants, essayant d'obtenir d'eux de plus grandes vitesses et une plus grande capacité de franchissement des obstacles naturels.

Sa conception de l'emploi des tanks dans la bataille ne se modifie pas cependant. Elle voit toujours en eux uniquement des auxi-

à tir rapide. Son gros inconvénient réside dans sa vulnérabilité. Sa faible cuirasse le met non seulement à la merci des fusils anti-tanks allemands de 13 millimètres, mais encore, pour la plupart de ses parties, à la merci des balles à noyau d'acier normalement utilisées par les mitrailleuses ordinaires allemandes.

En 1922, l'Angleterre fournit un nouvel effort. Elle sort un nouveau tank, plus rapide,



AU COURS DES DERNIÈRES MANŒUVRES ANGLAISES, LES TANKS ONT SURMONTÉ VICTORIEUSEMENT LES OBSTACLES PLACÉS SUR LEUR ROUTE

On voit ici un tank de bataille enfonçant un épais mur de briques, près d'Aldershot (Angleterre).

liaires de l'infanterie. Ils doivent lui ouvrir la voie à travers les réseaux de fils de fer, réduire les centres de résistance encore debout, l'aider à repousser les contre-attaques. C'est toujours à l'infanterie que revient la tâche essentielle de la lutte. A elle de chasser l'ennemi de ses positions, d'occuper le terrain et de s'y cramponner.

Rien d'étonnant à ce que, dans ces conditions, l'Angleterre se borne à perfectionner ses types existants.

Le « Medium C », qui sort de ses usines au moment de l'armistice, est pourvu d'un armement supérieur à celui de ses prédécesseurs. Il porte 4 mitrailleuses, plus un canon

mais dont les blindages restent à peu près de même épaisseur. C'est le « Medium Tank Mark I », muni d'un moteur Armstrong à refroidissement à air.

Ce char est vivement combattu parce qu'il ne pourra pas, sur le champ de bataille, fournir une résistance suffisante. Pour remplir la mission qui lui est dévolue, il devrait être au minimum à l'abri des armes anti-tank, or, ce n'est pas le cas.

En 1925, l'Angleterre, tenant compte de ces critiques, sort un nouveau modèle amélioré : plus fort blindage, mais poids plus élevé ; meilleure vision du champ de bataille pour le conducteur ; protection des

ressorts à chenille ; chenille sans rivets.

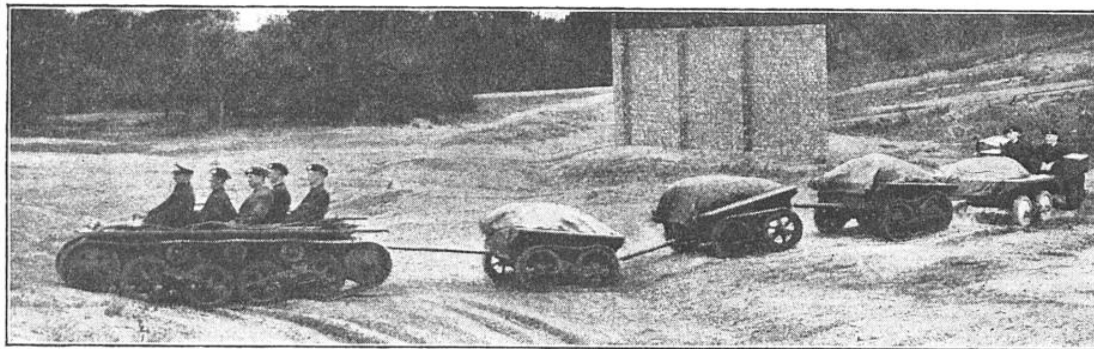
Ce char, malgré tout, possède encore les inconvénients ci-après : difficulté de conduite (le conducteur doit manipuler quatre leviers en marche, sans parler des commandes propres du moteur) ; vision difficile aussi bien pour le conducteur que pour le reste de l'équipage ; danger d'incendie ; étroitesse du secteur de tir des mitrailleuses ; instabilité du canon, d'où difficulté de tir ; mauvaise ventilation.

Ces inconvénients ressortent aux manœuvres de 1925 et de 1926. A la suite de ces expériences, le commandement britannique passe commande d'un char, dit « char indé-

Le tank n'est pas seulement un simple auxiliaire de l'infanterie.

Vers la « motorisation » intégrale

Vers 1926-1928, à la suite des manœuvres, l'opinion du monde militaire britannique évolue. Elle ne voit plus dans le tank un simple auxiliaire de l'infanterie, elle conçoit sa généralisation. « L'homme, pense-t-elle, sera de plus en plus exposé sur le champ de bataille, il pourra s'y déplacer de plus en plus difficilement. Procurons-lui une cuirasse qui le mette au moins à l'abri des éclats des projectiles d'artillerie et des balles de mitrailleuses. Qu'il puisse se déplacer faci-



LES TRACTEURS A CHENILLES ANGLAIS REMPLACENT LES CHEVAUX POUR ASSURER LE TRANSPORT DU MATÉRIEL ET LE RAVITAILLEMENT EN MUNITIONS

pendant » dont le blindage est aussi épais que possible.

Telle est la formule imposée par le commandement anglais pour ses chars de bataille. Le type qu'il a désiré obtenir a été réalisé sensiblement. Son armement, toutefois, a été augmenté : il porte 4 mitrailleuses, dont l'une est antiaérienne, chacune dans une tourelle spéciale. La visibilité est meilleure que dans les chars précédents, surtout pour le conducteur. Le chef du char, qui se trouve dans une coupole centrale isolé du bruit du moteur, a également une bonne vision du champ de bataille et peut communiquer avec le conducteur et les tireurs par un système acoustique.

Ce char, amélioré peu à peu, a donné naissance au char « Medium ». Celui-ci est une réduction du premier char indépendant. Il pèse dans les 16 tonnes ; sa cuirasse est plus épaisse, il est plus rapide, grimpe bien, (son centre de gravité a été reporté, dans ce but, vers l'avant) et franchit des fossés de 2 m 75. Les moteurs sont isolés de la chambre de combat et le danger de feu a été considérablement diminué.

lement et plus rapidement. Sa manœuvre gagnera en puissance et en instantanéité. »

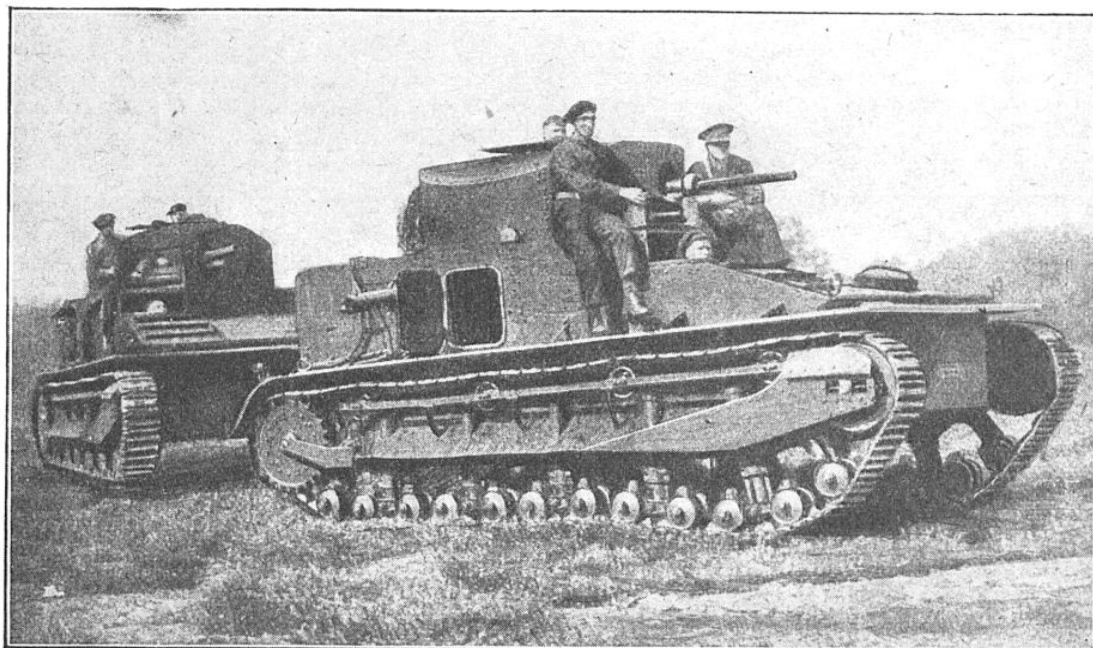
Cette conception, qui se répand peu à peu, apporte une modification profonde dans l'organisation générale de l'armée britannique. Puisque l'avant se motorise, l'arrière aussi doit suivre le mouvement. L'armée anglaise tend ainsi, de plus en plus, à devenir une armée mécanisée. Les canons sont placés sur des tracteurs ou trainés par eux ; les convois de ravitaillement, tant à l'arrière qu'à l'avant, sont assurés par des camions et des tracteurs légers.

Dès 1927, une brigade d'infanterie entièrement motorisée prend part à des grandes manœuvres dans la plaine de Salisbury. Dans cette brigade, tous les hommes sont transportés sur autochenilles de modèles différents, tous les canons remorqués par tracteurs. L'armement offensif de cette unité est constitué par les tanks dits indépendants. Cette masse d'engins mécaniques, dont plusieurs sont des monstres, se déploie rapidement sur des ordres transmis par signaux et T. S. F. tout le long de la colonne par un camion spécialement aménagé à cet effet.

Les tanks mis en ligne aux manœuvres de 1927 comprennent un grand nombre de modèles. A côté du « Mark V », qui a fait la guerre, et du « Medium C » construit en 1919, on trouve cinq autres types différents. En plus des chars d'assaut extrêmement robustes et qui rappellent les silhouettes que nous connaissons, d'autres, plus légers, font leur apparition, à une, deux et trois places. Les uns sont entièrement montés sur chenilles, les autres sont sur chenilles et roues. Des

modèle commercial, pouvant servir également au ravitaillement des grandes unités (peut transporter 2 tonnes à travers tous terrains) avec un moteur de 22 à 28 ch, enfin, le camion Hathi, à quatre roues motrices, déjà utilisé aux grandes manœuvres d'armée de 1925 pour l'artillerie anti-aérienne et pour l'artillerie lourde. Tous ces modèles étaient déjà connus.

Les manœuvres de 1927 donnent de tels résultats — elles démontrent si clairement



DEUX DES TRENTE TANKS A GRANDE PUISSANCE QUI ONT PRIS PART AUX DERNIÈRES MANŒUVRES ANGLAISES A ALDERSHOT

On voit, à l'avant, le canon (calibre 37 millimètres) et, sur le côté, une mitrailleuse du tank.

motocyclettes armées et blindées (pouvant transporter un à deux hommes) des sidecars à trois roues, voire même sur chenilles, transportent rapidement les éléments de reconnaissance. Des automitrailleuses circulent en tous sens ; elles comprennent des voitures du modèle Peerless, qui ne sont plus utilisées que par l'armée territoriale, et du modèle Rolls-Royce, dont sont dotées les unités régulières.

Figurent en plus, à ces exercices de 1927, dix-neuf modèles de tracteurs d'artillerie : tracteurs à roues, à demi-chenilles, à chenilles, camions tracteurs et porteurs, plates-formes automotrices ou remorquées. Il faut citer, parmi ces engins, le dragon à chenilles « Mark III », d'un grand rendement, mais de prix élevé, un camion de 3 tonnes à six roues

l'aide que ce matériel peut apporter à l'armée — que le commandement décide de généraliser le procédé et de l'appliquer dans tous les cas où il est possible. Sans doute, l'état-major britannique reviendra en 1928, et surtout en 1929, sur certaines des innovations appliquées en 1927, mais le principe de la motorisation subsiste ; les exagérations seules disparaissent. Peu à peu, les idées se concrétisent ; une doctrine se constitue.

L'Angleterre dispose aujourd'hui de trois types de tanks

L'armée britannique dispose actuellement de trois types de tanks : l'un, le « tank de combat léger », aidera l'infanterie dans toutes ses missions du champ de bataille ; il est représenté essentiellement par le char Vie-

kers léger ; l'autre, le « tank Vickers lourd », assurera toutes les missions importantes de destruction et sera plus spécialement chargé de la lutte contre l'artillerie ; le troisième, « tank léger », tendra à remplacer l'infanterie, il sera chargé d'assurer son transport rapide dans la zone même du combat en première ligne et de la ravitailler en matériel. C'est le tank d'infanterie ou tank léger.

Le tank léger peut aussi servir de tracteur

Il existe plusieurs modèles de tanks légers, mais le plus en faveur, celui qui a rendu les plus grands services dans toutes les manœuvres, est incontestablement le « Carden Loyd, Mark VI » appelé plus familièrement le tank « Microbe ». A notre avis,

Tout en transportant son chargement normal, il peut être employé comme tracteur. Dans ce but, on peut lui attacher, au moyen d'un crochet spécial, une voiture à chenilles pesant environ 400 kilogrammes, dont la capacité est de 0 m³ 35 et dont le chargement utile peut être de 500 kilogrammes. Cette voiturette a une chenille semblable à celle du char ; elle est pourvue d'une flèche à lunette qui s'attache au crochet du char, et qui la traverse dans toute sa longueur, afin de pouvoir attacher autant de voiturettes que l'on désire, l'une derrière l'autre.

Le blindage de ce char met son équipe à l'abri des projectiles de l'infanterie ; sa grande vitesse et sa facilité de manœuvre le protègent du feu de l'artillerie ennemie.

TYPE DE TANK	POIDS	HAUTEUR	LARGEUR	LONGUEUR	VITESSE-HEURE	RAYON D'ACTION
Tank Vickers léger....	12 t	2 m 70	2 m 74	5 m 29	35 à 40 km	220 à 320 km
Tank Vickers lourd....	35 à 45 t	3 m 60	3 m 08	3 m 80	»	»
Carden Loyd Mark VI.	1.350 kg	1 m 01	1 m 70	2 m 46	45 km	»

TABLEAU DES TROIS TYPES DE TANKS DONT DISPOSE ACTUELLEMENT L'ANGLETERRE

il présente sur les autres modèles en service de gros avantages.

Ce char léger est un véhicule à chenilles, ayant un blindage de 9 millimètres d'épaisseur sur les surfaces verticales du devant et de l'arrière et de 6 millimètres partout ailleurs.

Son équipage est de deux hommes, y compris le conducteur.

Il ne pèse que 1.350 kilogrammes. Ce char a une vitesse maxima de 45 kilomètres par heure et peut franchir un fossé de 1 m 22 de large.

Il peut grimper des pentes raides jusqu'à un angle de 45° et faire demi-tour dans une étroite ruelle, d'une largeur de 3 m 95.

Il peut traverser une rivière, à condition que la profondeur d'eau soit inférieure à 66 centimètres.

Il peut passer facilement dans un terrain marécageux et franchir des fils de fer barbelés d'une hauteur d'un mètre.

Le réservoir du char contient 38 litres ; il consomme en moyenne un litre d'essence tous les 4 km 3.

Comme armement, il porte une mitrailleuse du calibre ordinaire et 3.500 cartouches ou une mitrailleuse de 12 mm 7 et 500 cartouches.

Par suite de ses dimensions restreintes, il peut facilement se dissimuler. Etant données ses possibilités de transport sur le champ de bataille, il peut remplacer le cheval dans la zone la plus avancée du combat d'infanterie. Le rendement d'un de ces engins équivaut au moins à celui de 3 chevaux.

Un exemple montrera ce qu'on peut attendre de son utilisation dans la zone avant : une mitrailleuse transportée sur bât nécessite une équipe de 6 hommes et de 2 mulets. Les mulets ont, en général, une allure moins rapide que celle de l'infanterie. Les mitrailleuses ainsi portées ne peuvent pas accompagner de près l'infanterie pendant une avance rapide ; elles doivent être finalement coltinées à dos d'homme.

Le char « Carden Loyd » transporte à lui seul une mitrailleuse avec 3.500 cartouches et son mitrailleur. Le bât du mulet à munitions et celui de la mitrailleuse même ne pourraient pas transporter plus de 2.000 coups. Il est évident que, transportée par le « Carden Loyd », la puissance offensive de la mitrailleuse est très augmentée. Par suite de sa rapidité de déplacement, elle peut se mettre, en quelques secondes, à l'abri des projectiles d'infanterie ennemie. En plus,

autre avantage essentiel, le petit char occupe peu de place en comparaison des six hommes et des deux mulets ; en conséquence, il est moins vulnérable.

Le « Carden Loyd » représente même, par rapport aux automobiles blindées, un très gros avantage. D'abord, il est plus petit. Les autos blindées mesurent au moins 6 mètres de long et n'ont qu'une faible protection, tandis que le char porte dans ses parties sensibles des plaques de 9 millimètres qui assurent déjà une protection sérieuse. D'autre part, sa vitesse n'est guère inférieure à celle des autos blindées.

Les expériences systématiques poursuivies en Angleterre ont démontré les possibilités de l'armée « tractée »

L'Angleterre ne s'est pas laissée arrêter par les quelques difficultés inhérentes à la généralisation dans son armée des moyens mécaniques. Elle n'est déjà plus au stade de la brigade motorisée. Elle veut la division motorisée, et certains de ses jeunes officiers souhaiteraient même que l'armée tout entière fût transportée sur voitures.

La seule difficulté, c'est de savoir si une telle unité pourra opérer sur tous terrains.



GRUPE DE CANONS AUTOPROPULSEURS (CALIBRE VOISIN DE 75 MM) DE L'ARMÉE ANGLAISE

Certaines difficultés sont encore à vaincre pour généraliser la « motorisation »

Sans doute, l'Angleterre ne se fait pas d'illusion sur les difficultés auxquelles elle sera entraînée par la généralisation de la motorisation de son armée, tant que cette motorisation ne sera pas entrée dans les mœurs. Mais, à juste titre, elle prétend être en avance à ce point de vue sur les autres armées européennes et elle veut conserver cet avantage. Les difficultés actuelles peuvent être plus ou moins aplanies, elles ne constituent pas un vice rédhibitoire du procédé.

A l'usage et après les expériences effectuées au cours des récentes manœuvres, l'Angleterre a su discerner ces difficultés. Ainsi, le journal *Royal Tank Corps* énumère les faiblesses et les grandes facilités qu'offrent les unités cuirassées actuellement employées. Nous les résumons dans le tableau page 42.

L'état-major britannique lui-même ne semble pas, pour l'instant, vouloir adopter la formule de la division entière motorisée.

Depuis 1927, l'armée britannique poursuit systématiquement ses expériences pour l'utilisation de ses nouveaux engins. En 1929, les grandes manœuvres ont été supprimées et remplacées par des exercices en vue d'étudier les divers problèmes soulevés par les progrès de la « mécanisation de l'armée ». Les solutions préconisées ont été vérifiées, cette année, dans les manœuvres de l'armée régulière et de l'armée territoriale.

D'après les comptes rendus de ces manœuvres « l'unité, entièrement motorisée, peut s'éclairer, reconnaître l'adversaire, prendre son contact, monter une action en forces, exploiter le succès. Elle peut vivre sans équipage hippomobile. La motorisation des divers organes de l'armée ne doit plus avoir pour but d'ouvrir la voie à l'infanterie, de lui frayer un chemin. Les engins motorisés doivent mener la lutte pour leur compte.

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES UNITÉS CUIRASSÉES

AVANTAGES

Faculté d'action indépendante dans la plupart des terrains européens à l'exception des forêts, des montagnes et des marais.

Mobilité qui atteint au minimum le double de celle des formations d'infanterie et qui est appelée à s'accroître encore.

Capacité de résistance à la fatigue, beaucoup plus grande que celle de ces formations.

Elles exercent sur l'ennemi un effet moral considérable.

Elles diminuent la liberté de mouvement de l'infanterie adverse jusqu'à l'immobiliser.

Elles sont moins vulnérables que l'infanterie aux attaques aériennes.

Elles sont à peu près insensibles aux attaques par gaz.

INCONVÉNIENTS

Elles coûtent très cher, mais peut-être moins cher que les formations d'infanterie.

Elles exigent, pour avoir du rendement, l'existence d'une troupe de professionnels exercés.

Leur mobilité a des limites, tant à cause de la nature du matériel actuel que par suite du problème de leur protection.

Elles se trouvent dans une dépendance du terrain beaucoup plus étroite qu'on eût pu le penser avant les expériences récentes.

Elles ne peuvent remplacer les chevaux dans tous les travaux qu'ils assument.

Leur cuirassement constitue un problème très délicat.

Le canon mobile étant toujours en état d'infériorité vis-à-vis du canon fixe, les progrès à venir dans l'armement anti-char ne manqueront pas d'accroître les dangers que courent les forces mécanisées.

Enfin, quoique n'exigeant pas pour leur service un personnel considérable, elles ne peuvent se passer d'un certain nombre d'éléments à pied.

CI-DESSUS, D'APRÈS LES DERNIÈRES MANŒUVRES ANGLAISES, LES AVANTAGES ET LES INCONVÉNIENTS QUE L'ON A RECONNUS AUX UNITÉS CUIRASSÉES

S'ils restent accrochés à leur infanterie, à quoi leur servent leurs qualités de vitesse ? Ils perdent leur mobilité, restent plus longtemps sous le feu de l'artillerie ».

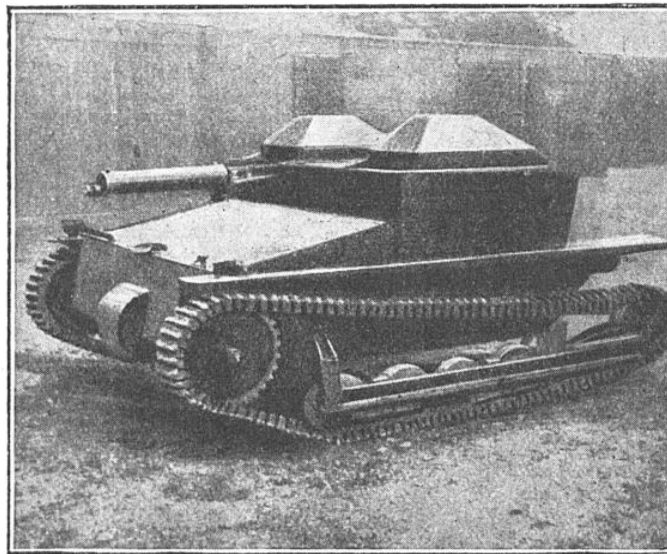
Quand on leur argue des difficultés possibles du terrain, les Anglais, partisans de la motorisation à outrance, répondent par le raisonnement suivant :

« D'abord, on pourra toujours choisir le terrain de l'attaque. L'unité motorisée se déplace d'un seul bloc et si rapidement qu'elle pourra

toujours imposer son champ de bataille. De quoi s'agit-il au fond pour le fantassin, qui

est le facteur décisif du combat ? De traverser sans trop de pertes la zone des tirs de l'artillerie, d'arriver à l'infanterie ennemie, de la chasser de ses positions. Son adversaire le plus redoutable est constitué par les armes automatiques ennemies. Il doit chercher à en triompher le plus rapidement possible.

« Il peut le faire plus facilement sous cuirasse que s'il n'est pas pro-



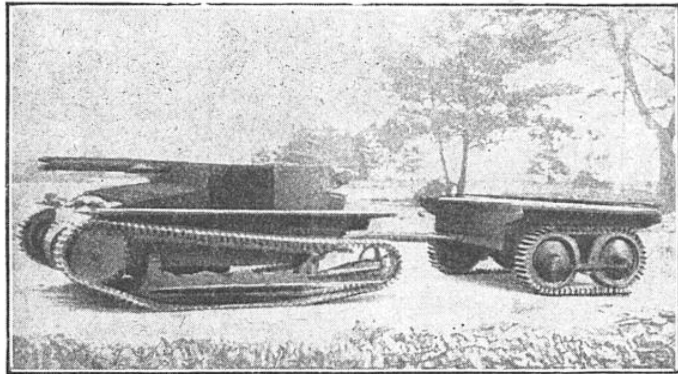
VUE D'ENSEMBLE DU LÉGER CHAR BLINDÉ « CARDEN LOYD », DONT LE TOIT A ÉTÉ MUNI D'UN BLINDAGE SPÉCIAL POUR LE PROTÉGER, PENDANT LES COMBATS DE VILLE, DES COUPS PROVENANT DES ÉTAGES SUPÉRIEURS

tégé. Cette année, les tanks « Microbes » ont fait merveille, par leur souplesse et leur vitesse. Ils ont traversé si rapidement les barrages ennemis que les artilleurs avouaient ne pouvoir rien faire contre ces transporteurs rapides d'armes automatiques.

« Pourquoi, pour enlever un point d'appui, exposerions-nous 200 à 300 hommes à un dur combat, qui leur coûtera cher et qui demandera du temps, alors qu'une douzaine de Carden Loyd peuvent le submerger sans combat et en quelques minutes ? »

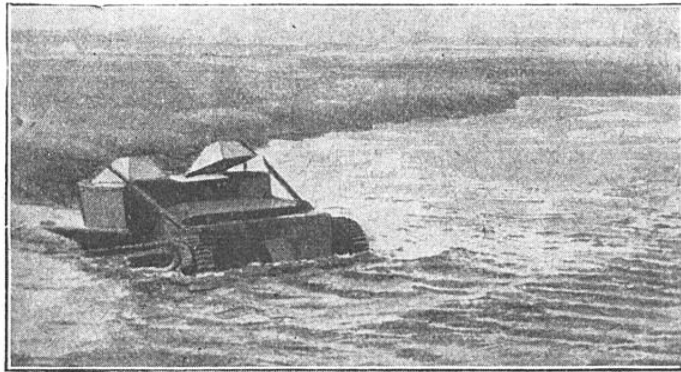
Devons-nous suivre l'exemple de l'armée britannique ?

Telle est la thèse britannique. Peut-être est-elle un peu trop absolue. N'oublions pas que, par suite de la faiblesse de ses effectifs, l'armée anglaise a dû chercher



LE TANK LÉGER « CARDEN LOYD » PEUT TIRER UNE REMORQUE A CHENILLES DE 400 KILOS

Le char ne comporte pas ici de panneaux blindés. La charge utile de la remorque à chenilles est de 500 kilogrammes.



LE LÉGER CHAR BLINDÉ « CARDEN LOYD » PEUT TRAVERSER UNE RIVIÈRE, SI L'EAU N'EST PAS TROP PROFONDE. On remarque sur le char un des panneaux blindés soulevé.

à tout prix à accroître le nombre de ses combattants, à augmenter leur mobilité et leur rendement dans la bataille. Il était donc naturel qu'elle se lance si rapidement dans la motorisation de son armée.

Une telle transformation est, de plus, extrêmement coûteuse. Les matériels employés se démodent rapidement, parce que, d'année en année, ils sont surpassés en puissance par de nouvelles créations. Mais, sans tomber dans l'exagération britannique, puisque, nous, nous serions amenés à combattre sur tous terrains en cas de nouveau conflit, la question que nous devons nous poser est de savoir si les dépenses nécessaires pour la fabrication de ce matériel et pour le supplément de puissance qu'il procure valent la peine d'être consenties. Ce matériel payerait-il ou non ? La question est délicate. Pour notre part, nous sommes persuadé que ce matériel, quelque difficile et quelque coûteux qu'il puisse être à fabriquer, payerait à l'usage. L'effort de

l'armée britannique à ce point de vue vaut d'être étudié de très près. Dans certaines limites, son exemple devrait même, à notre avis, être suivi par notre propre armée.

Lieutenant-Colonel REBOUL.

MÉDITONS CECI :

La France a, en 1929, importé 3.037.200 tonnes de pétrole, dont près de 50 % proviennent des Etats-Unis : seule, la liberté des mers permet donc d'assurer notre ravitaillement en pétrole. Notre sécurité économique exige, par suite, le stockage des réserves nécessaires en carburant, sans oublier, bien entendu, la défense nationale.

VERS LA PHOTOGRAPHIE INTÉGRALE

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

*A la suite de notre article sur le centenaire de la photographie (1), où le professeur Houllé-
vigie avait signalé la récente mise au point de la photographie intégrale, de nombreux lecteurs
nous ont demandé des renseignements complémentaires concernant cette technique photographique
nouvelle. Voici donc une documentation précise à ce sujet que notre éminent collaborateur a su
mettre à la portée de tous.*

LES enfants ont le don merveilleux de se représenter les objets les plus compliqués avec des moyens rudimentaires ; une planche et quelques bouts de bois figurent, à volonté, un cuirassé ou une automobile ; quelques traits sur une feuille de papier leur donnent l'illusion d'un paysage.

L'homme, ce grand enfant, se contente presque à aussi bon compte ; il voit l'image fidèle de la réalité, avec ses reliefs, ses couleurs et sa vie, dans une plate et monochrome photographie qui lui suggère l'original par un travail mental inconscient, résultat d'une longue éducation. Livingstone raconte qu'ayant dessiné le portrait d'un chef nègre, il le présenta à celui-ci ; le roitelet contempla longuement son image, la tête en bas, de biais ; il retourna la feuille pour voir si quelque chose apparaissait par derrière, puis la rendit à Livingstone avec une indifférence qui témoignait d'une incompréhension totale.

Perfectionner l'art photographique, c'est alléger cet effort mental par une représentation moins conventionnelle des choses. On connaît, et cette revue a maintes fois exposé les efforts tentés dans ce sens, comment on obtient le relief, le mouvement et la couleur. Mais si on a résolu séparément chacun de ces problèmes, les solutions obtenues à grand effort ne parviennent pas encore à se marier dans une parfaite synthèse. Il a

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 157, page 3.

été donné à un physicien de génie, à Gabriel Lippmann, d'ouvrir une voie nouvelle et de suggérer une solution d'une rare élégance, à laquelle il a donné le nom de photographie intégrale (1908).

Le principe de la méthode photographique de Lippmann

Imaginez une plaque fabriquée comme le représente la figure 1 : les faces terminales ne sont pas planes, mais gaufrées, de façon à présenter, côte à côte, de nombreuses convexités, toutes pareilles et disposées régulièrement ; leur courbure est plus accentuée du côté transparent et moindre sur la face opposée, rendue opaque par la couche sensible $S S'$ du gélatino-bromure ; la plaque est, en outre, décomposée en une série de cellules juxtaposées par des cloisons opaques séparant chaque couple de saillies. Ce qu'on obtient ainsi est, en réalité, la juxtaposition de milliers d'appareils photographiques minuscules, où la saillie supérieure, jouant le rôle de

lentille, donne une image des objets éloignés sur la portion de couche sensible située en dessous ; nous supposons qu'on ne vise que des objets suffisamment éloignés, comme AB , pour que l'image soit toujours au point ; d'ailleurs, la petitesse de la distance focale fait que cette condition est toujours satisfaite dans la pratique.

Ceci expliqué, emportons notre plaque intégrale enfermée dans son châssis ; nul besoin d'ap-

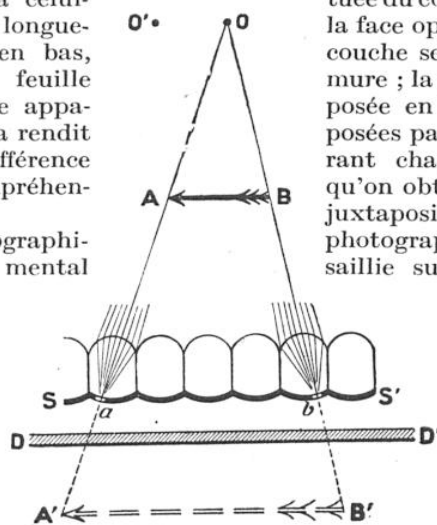


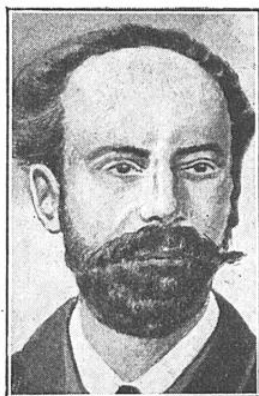
FIG. 1. — PRINCIPE DE LA MÉTHODE PHOTOGRAPHIQUE DE LIPPMANN

AB , objet à photographier ; $S S'$, couche sensible d'une plaque gaufrée ; $A' B'$, image virtuelle de l'objet AB ; $a b$, points de convergence des rayons issus de A et B ; $O O'$, positions de l'œil ; DD' , écran diffusant.

pareil photographique, la plaque étant à elle-même son propre appareil. Un paysage nous plaît : nous ouvrons le volet le temps qu'il faut pour impressionner la couche sensible ; nous le refermons et emportons la plaque au laboratoire où, par les procédés connus, nous la développons *en diapositive*, c'est-à-dire de manière à obtenir directement un cliché positif, où chaque point brillant de l'objet se traduit, sur la couche sensible, par un point transparent, chaque région sombre par une partie opaque. Puis, éclairant la plaque par derrière à l'aide d'un écran diffusant $D D'$, nous regardons, en plaçant l'œil en O , du côté transparent. Qu'allons-nous voir ?

Un point quelconque A de l'objet a donné naissance à un pinceau de rayons, pratiquement parallèles (puisque A est éloigné) qui, tombant sur une des cellules de la plaque, convergent en a et y produisent, après les manipulations chimiques, un clair. Réciproquement, lorsqu'on éclaire la plaque par derrière, a fonctionne comme une source de lumière, et les rayons qui en émanent, rendus parallèles par la réfraction, émergent et vont frapper l'œil, placé en O , lui laissant l'impression qu'un point lumineux est situé quelque part dans la direction OA . Pareillement, tous les autres points de l'objet, tels que B , donnent lieu à une impression analogue, c'est-à-dire qu'il se trouve toujours une cellule de la plaque pour renvoyer dans la même direction la lumière qui, durant l'exposition, a agi sur elle ; finalement, l'objet tout entier se trouve reproduit dans l'espace ; mais voyons encore avec quelles qualités.

En premier lieu, si on regarde avec les deux yeux, on éprouvera la sensation du relief stéréoscopique, car l'autre œil, placé en O' , utilisant d'autres cellules, donnera, lui aussi, une image, mais prise de son point de



GABRIEL LIPPMANN

Inventeur et réalisateur des procédés de photographie intégrale.



M. E. ESTANAVE

vue, et c'est la superposition de ces deux images différentes qui produit le relief.

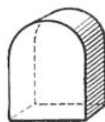
Supposez, de plus, que l'observateur se déplace, en promenant sa vue de part et d'autre de sa position initiale ; à chaque position correspondra un champ de vision différent, de telle sorte qu'en regardant la plaque par transparence, il verra s'y encadrer le panorama contenu à l'intérieur

du cône dont il occupe le sommet, et qui s'appuie sur les bords du cliché ; il éprouvera donc la même sensation que si, placé devant sa fenêtre, il regardait le panorama extérieur, modifié suivant la position qu'il occupe.

Vers la réalisation de la photographie intégrale

Telles sont les conséquences que Lippmann a clairement énoncées dans son célèbre mémoire. Il ne restait plus qu'à passer de la théorie à l'application. Il faut croire que la chose n'allait pas sans difficultés, puisque, depuis vingt-deux ans, le problème de la photographie intégrale est resté en suspens.

Ceci ne veut pas dire qu'il n'ait fait aucun progrès. Un ancien élève de Lippmann, un des rares dépositaires de sa pensée, M. Estanave, déjà connu par sa belle réalisation du relief au moyen des réseaux lignés, s'est attaché à la réalisation de la photographie intégrale, et nous lui



Face lenticulaire du bloc des loupes diaphragmées

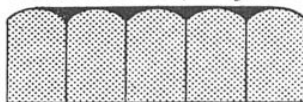


FIG. 2. — COUPE (A DROITE) D'UN BLOC DE LOUPES STANHOPE, ET A GAUCHE, UN ÉLÉMENT ISOLÉ

devons les plus encourageants résultats. Déjà, en 1925, il avait obtenu une vérification concluante, encore qu'un peu sommaire, des anticipations théoriques. En réalisant un rudiment de plaque intégrale par l'accolement de quatre-vingt-quinze loupes « Stanhope » : ce sont de petits cylindres de verre arrondis à un bout qui forme lentille et portant à l'extrémité opposée une photographie microscopique que la loupe

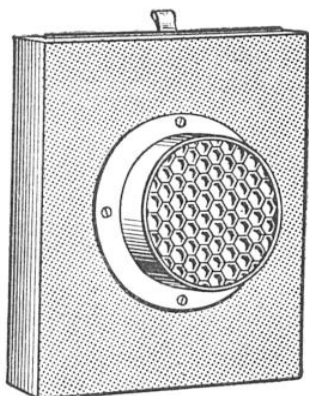


FIG. 3. — ASPECT D'UN CHASSIS POUR PHOTOGRAPHIE INTÉGRALE

avait reproduit sur cette plaque, en positif, autant d'épreuves d'un objet extérieur. Cette plaque elle-même, éclairée par derrière et examinée à travers l'ensemble des loupes, reproduisait par synthèse une vue unique de l'objectif primitif.

Cette expérience encourageante méritait d'être perfectionnée ; il était surtout intéressant d'étendre le champ de vision de façon à constater les résultats de l'observation binoculaire. C'est à quoi M. Estanave a réussi par un procédé ingénieux, encore qu'indirect, dont une récente communication à l'Académie nous donne la description.

On sait qu'il est possible, avec une pose suffisante, d'obtenir des photographies *en sténopé*, c'est-à-dire sans lentille et sans mise au point, en remplaçant l'objectif par un trou très fin percé dans la chambre noire : les rayons émanés des divers points de l'objet et passant par le trou dessinent derrière lui une image que la plaque photographique recueille et fixe ; c'est une conséquence de la propagation rectiligne de la

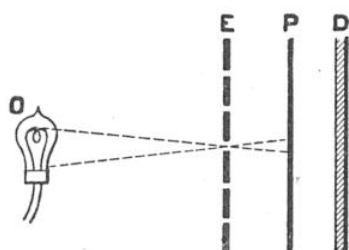


FIG. 4. — DISPOSITIF DE M. ESTANAVE POUR LA VISION DES PHOTOGRAPHIES INTÉGRALES

O, objet; E, écran; P, plaque ordinaire; D, écran diffusant.

lumière, et la netteté est suffisante si le trou est très petit. C'est à ce détour que M. Estanave a eu recours pour réaliser pratiquement les photographies multiples de la plaque intégrale. Il insère

entre l'objet O (fig. 4) (en l'espèce une lampe à incandescence) et une plaque P, du type ordinaire, un écran E percé de mille deux cents petits trous identiques et régulièrement espacés ; il obtient ainsi autant de représentations de l'objet juxtaposées sur la plaque. Il suffit alors d'examiner celle-ci du côté verre, à travers l'écran perforé, en l'éclairant par derrière au moyen de l'écran diffusant D ; on observe, en vision binoculaire, une image *qui flotte dans l'espace* et qui résulte de la composition des rayons provenant des images élémentaires, comme

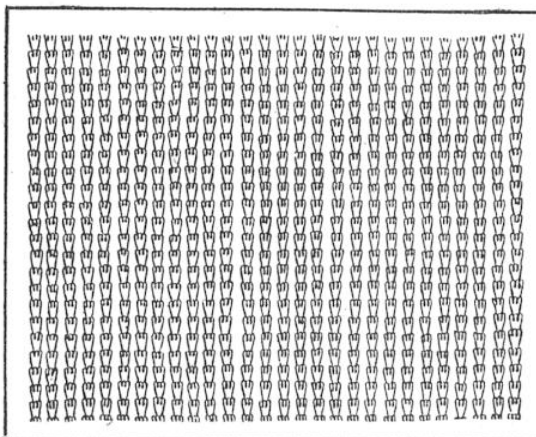


FIG. 5. — FRAGMENT D'UNE PLAQUE SUR LAQUELLE SONT JUXTAPOSÉES 1.160 PHOTOGRAPHIES DU FILAMENT D'UNE LAMPE

on peut s'en rendre compte en obturant un certain nombre de trous.

Ceci est encore une expérience de laboratoire, et la réalisation technique de la plaque intégrale reste à trouver. Pourtant, une porte paraît ouverte : M. Berthon a créé, pour la réalisation de la photographie colorée, un film gaufré qui réalise, à peu de chose près, le type imaginé par Lippmann ; il n'est pas impossible que l'emploi de ce film ne conduise à la réalisation pratique de la photographie intégrale. Il suffirait alors d'interposer un écran trichrome pour que l'image obtenue possédât, avec le relief, la couleur des objets naturels. Il ne resterait plus qu'à la doter du mouvement par l'emploi des méthodes cinématographiques. Il y a là, pour les techniciens, un beau sujet de recherches. Le jour où elles auront abouti, la vieille photographie sur surface plane aura vécu.

L. HOULLEVIGUE.

Les figures 3, 4 et 5 sont extraites de l'ouvrage de M. Estanave, sur le relief photographique (Meiller, éditeur).

L'HÉLIUM, GAZ ININFLAMMABLE, ET LES DIRIGEABLES MODERNES

Par Jean BODET

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

De récentes catastrophes ont, malheureusement, remis à l'ordre du jour la question de la sécurité à bord des dirigeables et notamment celle de leur gonflement au moyen d'un gaz ininflammable, au lieu d'hydrogène, particulièrement dangereux. On sait que ce dernier est non seulement capable de brûler, mais encore qu'il peut former, en présence de l'oxygène de l'air, un redoutable mélange détonant. Aussi a-t-on songé à utiliser, dès 1917, pour gonfler les dirigeables, l'hélium, qui possède une force ascensionnelle égale à 93 % de celle de l'hydrogène et ne possède que très peu d'affinité chimique et est, par conséquent, inoffensif. Malheureusement, si l'hélium se rencontre un peu partout dans la nature (atmosphère, sources minérales et thermales, gaz naturels, minerais radioactifs, terres rares, etc.), il ne s'y trouve qu'en très faibles quantités et il est extrêmement difficile de s'en procurer à un prix qui ne soit pas prohibitif. Seuls, les gaz naturels des Etats-Unis constituent aujourd'hui une source d'hélium digne de retenir l'attention. L'usine d'Amarillo (Texas) peut en produire 680.000 mètres cubes par an, revenant à 20 francs environ le mètre cube. Or, il en faut 145.000 pour gonfler un dirigeable moderne, tel que le zeppelin L-127, par exemple. Le Canada possède également des sources importantes de gaz hélium, qui pourraient fournir environ 300.000 mètres cubes par an. Le gonflement à l'hélium des plus légers que l'air est, actuellement, le seul moyen connu pour éviter les explosions... mais, de nos jours, il n'y en a pas assez pour gonfler la demi-douzaine de gros dirigeables existant dans le monde en 1931.

C'EST une bien curieuse histoire que celle de l'hélium, ce gaz rare presque universellement répandu et cependant ignoré totalement jusqu'à la fin du siècle dernier. Si étrange que cela puisse paraître, il était resté introuvable sur la terre, alors qu'on l'avait découvert sur le soleil et qu'on lui avait déjà donné un nom.

C'est en 1868 que l'astronome américain Lockyer, étudiant le spectre de la chromosphère solaire (1), observa une raie jaune très brillante, voisine de la raie jaune caractéristique du sodium, mais qu'il était cependant impossible de confondre avec elle et également impossible d'attribuer à un élément connu à cette époque. Lockyer proposa alors d'attribuer cette raie à un corps inconnu sur la terre et de lui donner le nom d'hélium (*hélîos*, en grec, veut dire soleil).

Ainsi baptisé, ce nouvel élément continua à demeurer mystérieux et inaccessible, et sa véritable découverte date seulement de 1895, soit vingt-sept ans plus tard. On signala au célèbre chimiste anglais Ramsay, qui venait de découvrir la présence dans l'air de l'argon, qu'un gaz qui semblait également complètement inerte se dégageait lorsqu'on attaquait

de l'uranite (minerai d'uranium) par un acide. Entretenant l'étude systématique de cet élément nouveau, Ramsay découvrit dans son spectre une raie jaune brillante qui fut identifiée avec celle dont nous avons parlé tout à l'heure. Ce gaz était donc l'hélium.

L'hélium est à la fois universellement répandu et très rare

Nous avons qualifié l'hélium de gaz rare presque universellement répandu. Il y a là une contradiction qui n'est qu'apparente. C'est bien un gaz rare, car il se rencontre presque toujours en quantité infinitésimale, ce qui explique, d'ailleurs, qu'il soit passé inaperçu pendant longtemps ; mais, d'autre part, on le trouve à peu près partout. D'abord dans l'atmosphère, dont il constitue — en gros — les quatre millionièmes ; puis dans plusieurs minerais radioactifs, surtout dans le *thorianite* (oxyde de thorium provenant de l'île de Ceylan), qui en contient près de 10 centimètres cubes par gramme, et la *monazite* (mélange de terres rares (1), principalement de phosphate de thorium), qui en contient environ un centimètre cube par

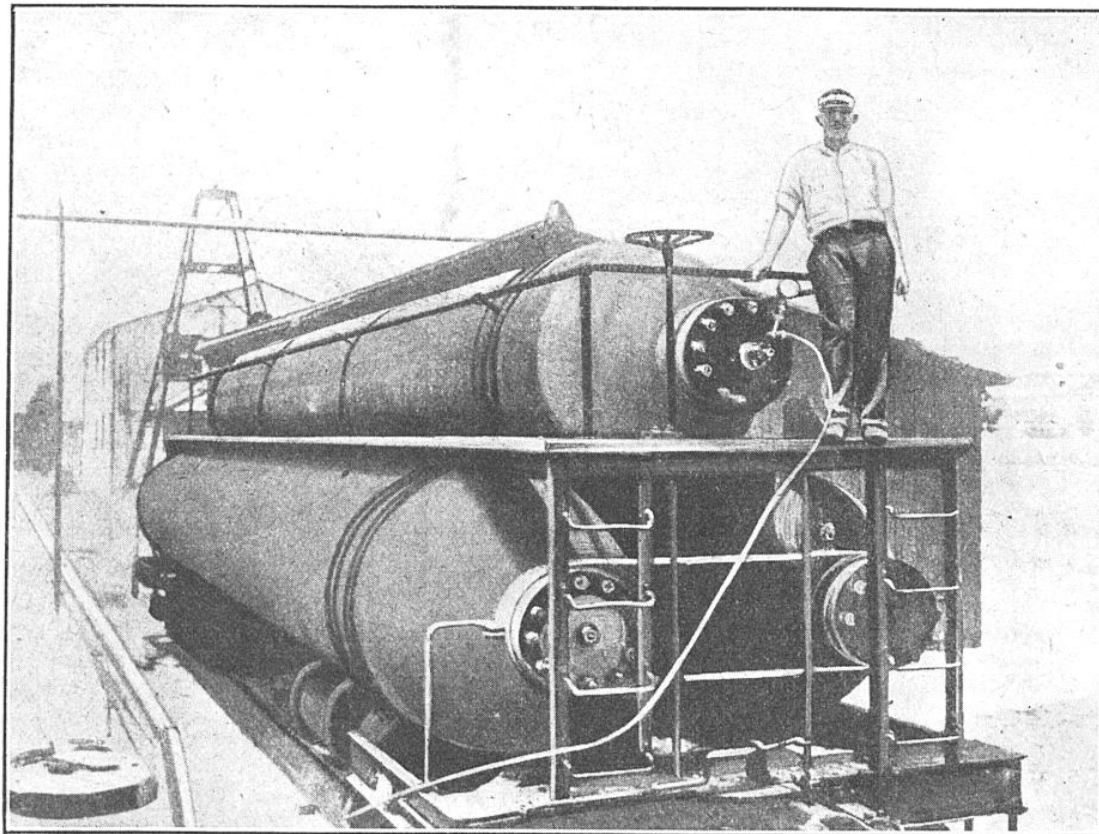
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 153, pag. 189 et 198.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 116, page 119.

gramme ; puis, en très petites quantités, il est vrai, dans presque tous les minéraux communs, associé aux matières radioactives qui y existent toujours, au moins à l'état de traces ; enfin, en proportion plus ou moins grande, dans certains gaz naturels. En particulier, on le rencontre presque universellement dans les gaz qui se dégagent des

L'avènement des grands dirigeables a mis à l'ordre du jour la production de l'hélium

En principe, ce gaz est donc partout ; en pratique, il est extrêmement difficile de s'en procurer. Cela n'était, d'ailleurs, un grave sujet de préoccupation pour personne jusque



UN DES WAGONS SPÉCIAUX SERVANT AU TRANSPORT DE L'HÉLIUM DEPUIS L'USINE D'AMARILLO (TEXAS) JUSQU'À L'AÉRODROME DE LAKEHURST

L'hélium est comprimé dans les trois grands réservoirs à une pression de 140 kilogrammes par centimètre carré. Il occuperait à la pression atmosphérique 5.660 mètres cubes

sources minérales et thermales (1) ; à Bath (Angleterre), par exemple, il constitue le millième du gaz dégagé, et il existe beaucoup plus concentré dans certaines sources minérales françaises, surtout à Cauterets. C'est seulement dans les gaz naturels (2) d'Amérique, au Canada et surtout aux États-Unis, dans les régions pétrolifères du Texas et du Kansas, que la teneur en hélium atteint au maximum, 2 %, ce qui n'est pas beaucoup.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 62, page 411.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 120, page 545.

vers 1915, car on ne savait qu'en faire. En effet, l'hélium semble être complètement inerte et ne posséder que très peu d'affinité chimique (1). Malgré sa grande légèreté, on ne voyait pas bien quelles pourraient être ses applications, et il resta longtemps une curiosité de laboratoire.

Lorsque la plupart des pays du monde

(1) Il semble bien, en particulier, que sa présence dans les minerais dont nous avons parlé, provienne non d'une combinaison, mais d'une occlusion du gaz dans le métal. (Voir *La Science et la Vie*, n° 140, page 99.)

suivirent l'exemple de l'Allemagne et prirent de plus en plus d'intérêt à la fabrication des grands dirigeables, on songea immédiatement à utiliser l'hélium pour leur gonflement. En effet, le gaz employé jusque là était l'hydrogène, le plus léger de tous les gaz, extrêmement facile à se procurer et d'un prix très abordable, mais particulièrement dangereux, étant donné son inflammabilité. Pour écarter cette menace perpétuelle d'incendie et d'explosion, on pensa employer l'hélium, qui, comme nous l'avont dit, se refuse énergiquement à entrer en combinaison avec l'oxygène de l'air, quelles que soient les conditions extérieures.

Il faut évidemment tenir compte que l'hélium est environ deux fois plus lourd que l'hydrogène (un litre d'hélium pèse 0 gr 18 contre 0 gr 09), ce qui ne veut pas dire que sa force ascensionnelle soit moitié moindre : celle-ci est environ 93 % de celle de l'hydrogène. Cela résulte, en effet, du principe d'Archimède d'après lequel la force ascensionnelle d'un litre d'hydrogène plongé dans l'air est la différence entre le poids d'un litre d'air (1 gr 29) et le poids d'un litre d'hydrogène (0 gr 09), c'est-à-dire environ 1 gr 20. On trouve de la même manière 1 gr 11 pour l'hélium, c'est-à-dire environ 7 % de moins. Une légère augmentation des dimensions de l'aéronef peut compenser très facilement cette petite différence.

Ce qui est beaucoup plus grave, c'est que s'il est relativement facile d'en préparer dans une éprouvette, au laboratoire, il devient extrêmement difficile d'en produire des quantités industrielles à un prix raisonnable. Les seules sources d'hélium qui méritent d'être prises en considération sont les gaz naturels des Etats-Unis et peut-être du Canada, où nous avons vu que la teneur en hélium peut atteindre 2 % dans les meilleures conditions. Il faut renoncer complètement à l'extraire de l'atmosphère, car on peut dire qu'il y a un peu moins d'hélium dans l'air que d'or dans la mer.

Depuis 1917, l'industrie de l'hélium a progressé à pas de géant et le prix du mètre cube de ce gaz est passé de 200.000 francs à 20 francs le mètre cube

L'industrie de l'hélium date de 1917. Avant cette date, il n'y en avait vraisemblablement pas plus de 3 mètres cubes en tout dans le monde, coûtant un prix fantastique (de l'ordre de 200.000 francs le mètre cube). En 1920, après les recherches systématiques entreprises aux Etats-Unis, le prix du gaz

nécessaire pour gonfler un dirigeable de la dimension du *Graf-Zeppelin* (1) jaugeant 145.000 mètres cubes, aurait encore dépassé de beaucoup celui de la construction (l'hélium revenait à 2.500 francs le mètre cube environ). Actuellement, la seule usine d'Amarillo (Texas), exploitée par le Bureau des Mines des Etats-Unis, est capable de produire 680.000 mètres cubes d'hélium par an, revenant à environ 20 francs le mètre cube. On voit quels progrès rapides a fait, en dix ans, cette industrie nouvelle.

Comment on prépare industriellement l'hélium aux Etats-Unis, les plus riches producteurs de ce gaz

Le gaz naturel se dégage des puits à très haute pression, environ 45 kilogrammes par centimètre carré et est conduit à l'usine d'Amarillo par un large tuyau d'acier de 18 kilomètres de long. Il se compose principalement de gaz carbonique, de méthane, d'éthane et d'azote et contient très peu d'hélium, environ 1,75 %. On commence par le débarrasser du gaz carbonique qui gênerait les opérations ultérieures. Puis on met à profit la propriété de l'hélium d'être le gaz le plus difficilement liquéfiable ; en effet, il bout à $-268^{\circ} 8$ et c'est d'ailleurs par son évaporation rapide qu'on a pu s'approcher, au laboratoire de Leyde, à moins d'un degré du zéro absolu et atteindre -272° (2). Il n'est, évidemment, pas besoin d'aussi basses températures pour la séparation et la purification de l'hélium ; la pression du gaz naturel atteignant 45 kilogrammes par centimètre carré, il est inutile de le comprimer davantage et la simple détente le refroidit suffisamment pour que les autres composants se liquéfient. L'hélium ainsi obtenu n'est pas encore suffisamment pur, et la teneur de 98 % nécessite une nouvelle rectification à très basse température cette fois, ce qui oblige à comprimer préalablement le gaz à environ 175 kilogrammes par centimètre carré.

Le gaz naturel, après son traitement, n'est pas rejeté dans l'atmosphère. Contenant, comme nous l'avons vu, du méthane et de l'éthane, il possède un grand pouvoir calorifique et est utilisé, comme le serait du gaz d'éclairage, partie dans les moteurs à gaz de l'usine et partie pour l'éclairage de la ville d'Amarillo. On récupère ainsi une partie des frais d'extraction de l'hélium et on dispose d'une source d'énergie à bon marché.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 138, page 509.

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

Le Canada possède aussi de l'hélium, mais plus difficile à exploiter

Nous avons dit que les Etats-Unis, n'étaient pas les seuls à posséder des sources de gaz naturels contenant de l'hélium en quantité exploitable. Il résulte, en effet, d'une étude systématique des ressources de l'Empire britannique à ce sujet, entreprise vers 1917, que les gaz naturels d'Ontario et d'Alberta (Canada) ont une teneur d'environ 0,33 % d'hélium et seraient susceptibles d'en fournir entre 250.000 et 300.000 mètres cubes par an. Cependant, les résultats obtenus avec deux petites stations expérimentales, construites l'une à Hamilton (Ontario) et l'autre à Calgary (Alberta), ont montré que les frais d'exploitation étaient de beaucoup supérieurs à ceux des usines du Texas.

On a également signalé tout récemment que les carbures gazeux qui se dégagent du sol en Estonie aux environs des gisements de schistes, contenaient 3 % d'hélium; mais il ne semble pas qu'il y ait eu, jusqu'à présent, de commencement d'exploitation. Les Etats-Unis sont donc le seul pays capable de produire aujourd'hui ce gaz en grande quantité.

De l'usine productrice de l'hélium au dirigeable

L'hélium est stocké à Lakehurst même, c'est-à-dire à proximité immédiate des aéronefs auxquels il est destiné. Là, il est, soit emmagasinée dans des gazomètres, soit comprimé à une pression de 140 kilogrammes par centimètre carré dans des bouteilles normalement enterrées. Il est ainsi possible d'avoir une réserve de gaz qui occuperait, à la pression atmosphérique, environ 155.000 mètres cubes.

Le transport de l'hélium, depuis les usines productrices jusqu'à Lakehurst, a lieu sous pression, dans des bouteilles contenant chacune 5 mètres cubes de gaz, volume que le gaz occuperait à la pression atmosphérique. Il existe également, depuis peu, un wagon spécial capable de transporter 5.660 mètres cubes d'hélium sous une pression de 140 kilogrammes par centimètre carré.

Etant donné le prix élevé de l'hélium (six ou sept fois celui de l'hydrogène), il est indispensable d'en perdre le moins possible en cours de vol, c'est-à-dire qu'il faut éviter de manœuvrer les soupapes de l'aéronef. Or, au cours d'une croisière, un dirigeable s'allège

nécessairement, car les réserves de combustibles qui l'alourdissent au départ sont peu à peu consommées, de sorte que, pour conserver la même altitude, on est obligé de recourir à la manœuvre des soupapes. Pour parer à cet inconvénient, on installe à bord un dispositif spécial permettant de condenser et de conserver la vapeur d'eau provenant de la combustion, dont le poids équilibre à peu près celui du combustible disparu. On sait qu'une autre solution, employée sur le *Graf-Zeppelin* (gonflé actuellement à l'hydrogène), consiste à utiliser un combustible gazeux dont la densité est sensiblement celle de l'air (1).

Malgré toutes les précautions, il arrive inévitablement, au bout d'un certain temps, que l'hélium renfermé dans les ballonnets du dirigeable contienne des impuretés en trop grande quantité (10 à 15 %) et perde, par là, une grande partie de sa force ascensionnelle. On est alors obligé de le purifier, et on utilise pour cela un procédé analogue au procédé d'extraction à partir des gaz naturels. La quantité de gaz traitée étant beaucoup inférieure, cette installation est beaucoup moins importante. Une certaine quantité de gaz est, évidemment, perdue dans cette opération, de sorte que l'on peut dire que la perte totale d'hélium d'un aéronef varie mensuellement entre 8 et 10 %.

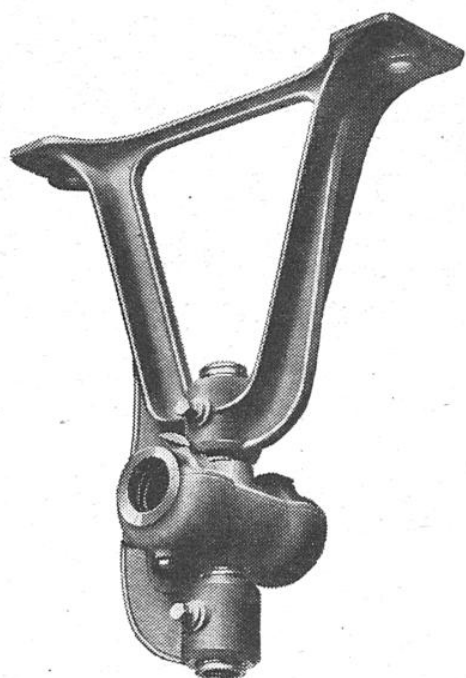
Les Etats-Unis qui, nous venons de le voir, possèdent pratiquement, grâce aux conditions géologiques de leur territoire, le monopole de la fabrication de l'hélium, s'étaient, ces dernières années, assuré celui de l'utilisation de ce gaz pour le gonflement des dirigeables, grâce à une interdiction absolue d'exportation, sauf pour des études scientifiques. Cette interdiction vient d'être récemment rapportée. Malgré son prix élevé, tous les pays du monde qui possèdent des aéronefs, n'hésiteront certainement pas à substituer ce gaz ininflammable à l'hydrogène, surtout après la terrible catastrophe du dirigeable anglais *R-101* (2). Il faut, d'ailleurs remarquer qu'un mélange de 80 % d'hélium et 20 % d'hydrogène serait également pratiquement ininflammable, donc offrirait la même sécurité pour une force ascensionnelle légèrement supérieure à celle de l'hélium pur, tout en permettant de réduire les dépenses de gonflement et d'entretien.

J. BODET.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 138, page 509.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 141, page 209.

le meilleur frottement: acier sur huile



est réalisé dans le
palier à rotule

WYSS

à coussinets fonte

grâce au "coin d'huile" qui
soulève l'arbre en rotation
et lui interdit tout contact
avec le palier.

De là, un fonctionnement
absolument silencieux, une
usure nulle, ainsi qu'en té-
moignent les traces des
outils de fabrication res-
tant visibles sur les coussi-
nets après plus de dix
années de service.

Le palier à rotule Wyss
est le plus mécanique, le
moins cher des paliers à
haut rendement.

Demandez aux Etabl. WYSS leur

CATALOGUE "TRANSMISSIONS"

(200 pages) qui vous documentera
complètement sur les théories
modernes du graissage, sur tous
les problèmes de transmissions et
sur les fabrications Wyss: paliers
à rotule, enrouleurs automatiques
de courroie, embrayage Benn.

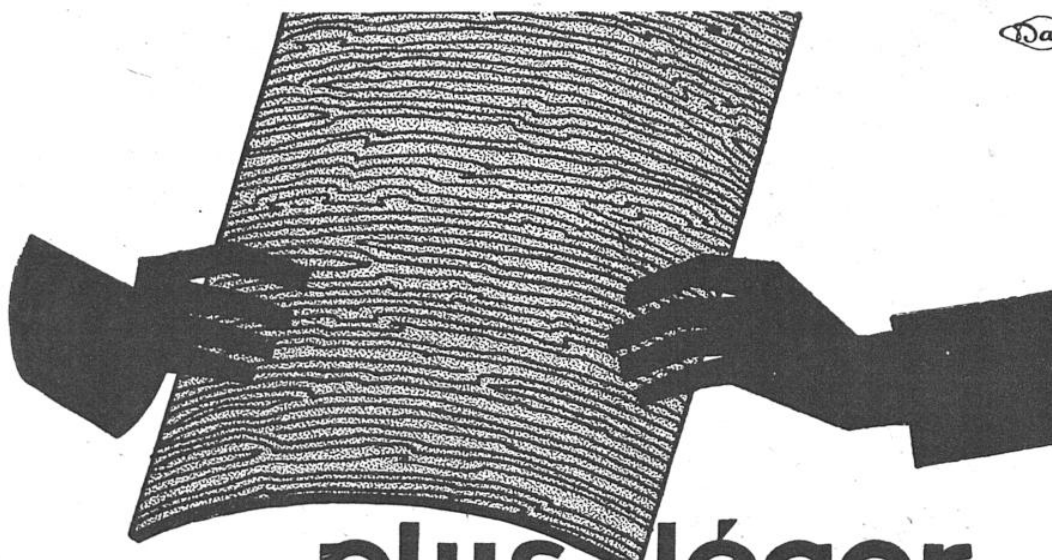


WYSS & C^{IE}

**FONDEURS - CONSTRUCTEURS
SELONCOURT (DOUBS)**



5*



plus léger, plus résistant..

Chaque fois que vous employez le bois, songez qu'il existe un matériau beaucoup plus léger, beaucoup plus souple, beaucoup plus résistant à la chaleur et à l'humidité : le contreplaqué.

Demandez du contreplaqué, et pour être sûr que sa qualité ne vous trahira pas, exigez du Leroy, le seul contreplaqué dont toutes les qualités répondent au sévère cahier des charges de l'aviation.

Les Ets Leroy, grâce à leurs procédés spéciaux et à leurs énormes moyens de production vous fourniront le contreplaqué qu'il vous faut.

Echantillons et tarifs sur demande.

Stand d'exposition permanente : Avenue Daumesnil.

L. LEROY

Siège Social :

28 et 28 bis, Av. Daumesnil, Paris (12^e) - Tél. : Diderot 09-11 à 09-15

DÉPOTS à : Paris, Clichy, Bordeaux, Lyon, Lille, Strasbourg, Moulins.

USINES à : Lisieux, Bonnières-s/-Seine, Livarot, Azay-le-Rideau, St-Pierre-s/-Dives.



L'ANGLETERRE SE PRÉOCCUPE, ELLE AUSSI, DE L'UTILISATION DE LA HOUILLE BLEUE

Une station d'essai en fonctionnement.

Par Jean LAURENÇON

L'UTILISATION industrielle des marées — dont nous avons examiné ici les principales modalités (1) — dépend d'un facteur essentiel : l'accumulation de l'énergie.

Ainsi que nous l'avons vu, la solution qui rallie aujourd'hui la majorité des techniciens revient à régler le débit de l'usine marémotrice, non pas tant par la combinaison de « cycles » hydrauliques que par la mise en réserve des excédents produits aux heures de pointe de la marée. Ces excédents d'énergie sont restitués aux heures de creux. Le projet définitif de l'Aber Vrac'h (1) prévoit cette accumulation par la voie de l'air comprimé. Mais voici que nous vient d'Angleterre une réalisation assez imprévue dans le même ordre d'idées.

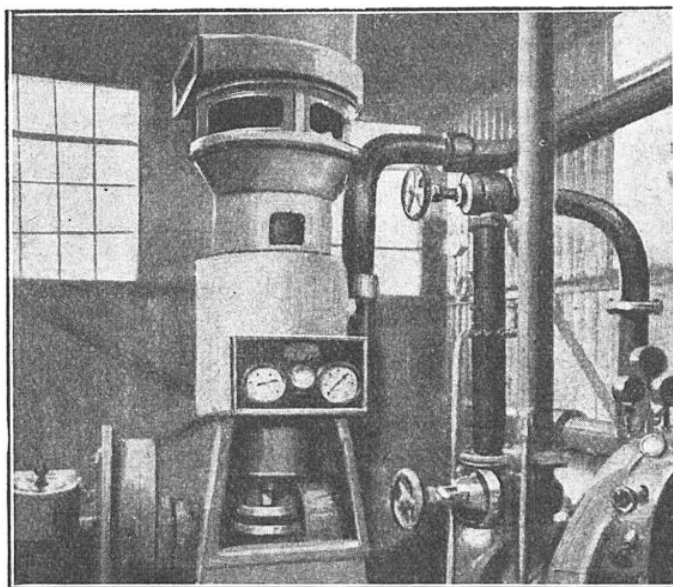
Dans une station expérimentale, dont la puissance moyenne ne dépasse pas 16 kilowatts — installée aux bouches de l'Avon — l'excédent d'énergie est accumulé sous forme de vapeur d'eau.

L'accumulateur de vapeur, appareil industriel, aujourd'hui courant dans les centrales thermoélectriques, n'est autre chose qu'un

tube d'acier calorifugé, à l'intérieur duquel la vapeur est conservée sous une pression élevée, à l'abri des pertes par rayonnement, en vue, soit de l'usage direct, soit de l'alimentation de turbo-générateurs. L'emmagasinement de cette vapeur s'effectue d'ordinaire par l'action d'électrodes qui, plongées au sein

d'une quantité d'eau dans le vase clos lui-même, font bouillir cette eau et la vaporisent à la pression voulue. L'usine d'expérience anglaise procède autrement. L'eau à vaporiser est barattée, par un moyen purement mécanique, jusqu'à l'échauffement et finalement à sa vaporisation. C'est, industrialisé, le procédé par lequel le physicien Joule mesura l'équivalent mécanique de la chaleur.

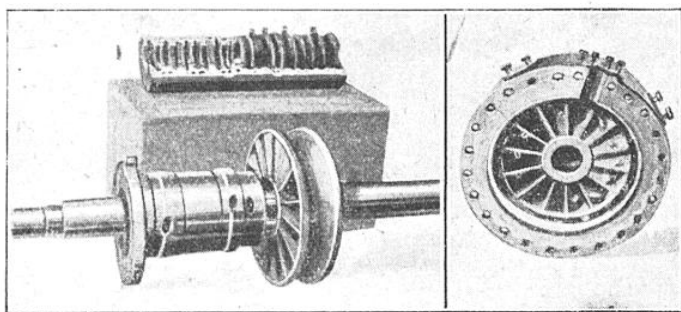
L'énergie mécanique (la force vive) d'un corps matériel dont on freine le mouvement se transforme en chaleur, à raison de 426 kilogrammètres pour une calorie. Imaginons un moulinet actionné par une machine, mais freiné par une masse d'eau frottant contre ses pales ; il est clair que l'eau s'échauffera graduellement jusqu'à l'ébullition, en vertu précisément du principe que nous venons de rappeler.



LE GÉNÉRATEUR MÉCANIQUE DE VAPEUR « FROUDE », A AVONMOUTH (ANGLETERRE)

Le générateur proprement dit se trouve à mi-hauteur de la figure, son calorifugeage lui donne un aspect renflé ; il porte à sa base les manomètres qui mesurent sa pression interne. Au sommet de la figure, l'alternateur vertical, mû par la turbine hydraulique.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 161, page 355, et n° 162, page 521.



DÉTAILS DU GÉNÉRATEUR DE VAPEUR « FROUDE »

A gauche : le « rotor » du générateur avec ses aubes radiales dont le frottement sur l'eau vaporise celle-ci. Sur le bloc de l'arrière-plan, un des demi-coussinets spéciaux contenant l'arbre moteur. A droite : un des flasques formant le « stator » ; on aperçoit les alvéoles radiales percées, chacun, d'une issue pour l'échappement de la vapeur produite.

Un puissant moulinet hydraulique qui vaporise l'eau

Il était assez audacieux de construire, sur ce principe, une machine à vaporiser de l'eau. C'est pourtant ce qu'a réalisé l'ingénieur anglais Froude, déjà très connu pour sa création du frein hydraulique par lequel on mesure, dans les usines, la puissance des moteurs.

Le moulinet échauffeur d'eau qu'actionne la turbine marémotrice anglaise se compose d'un rotor (disque massif divisé en cavités radiales convenablement profilées) inséré entre deux autres disques fixes sont également creusés d'alvéoles rayonnantes à partir du centre comme ceux du rotor, en sorte que l'ensemble forme comme un moulin à broyer d'un genre spécial.

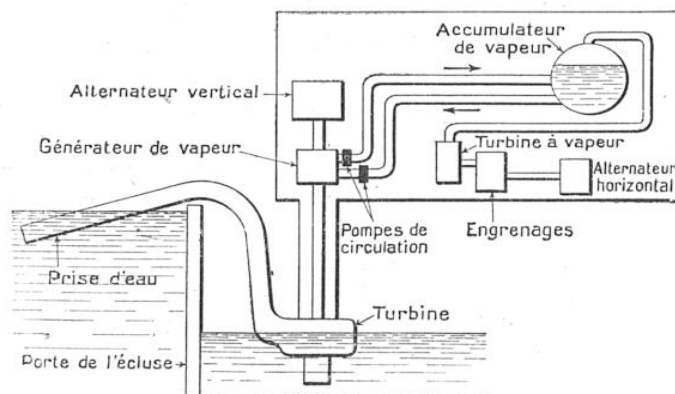
L'eau à vaporiser (circulant, par conséquent, en circuit fermé sur l'accumulateur de vapeur) arrive, en effet, dans les alvéoles du moulinet par un système de distribution d'ailleurs assez compliqué (parce qu'il doit se régler automatiquement sur la quantité de vapeur obtenue). La rotation de l'appareil est assez rapide (500 tours par minute) pour que la masse hydraulique, emprisonnée dans les alvéoles, entre rotor et stator, se mette à tourbillonner rapidement dans son action de freinage. Au cœur de ces tourbillons se forme — par l'effet centrifuge —

une cavité. C'est la surface de ces cavités qui constituera la surface d'évaporation.

L'ingéniosité de l'appareil consiste à recueillir cette vapeur au centre de la masse chauffée. C'est à quoi pourvoient des orifices pratiqués dans les cloisons de séparation.

Une autre difficulté était de maintenir étanches les coussinets de l'arbre moteur du rotor, puisque ces joints supportent la pression qui règne à l'intérieur de l'accumulateur de vapeur (14 kg par cm² environ) auquel toute la circulation eau-vapeur se trouve connectée. D'où l'importance de ces coussinets.

Enfin, il était nécessaire d'installer un système automatique réglant la circulation d'eau de telle sorte que le débit hydraulique se ralentit ou s'accélérait, en fonction de la pression régnant dans l'accumulateur. Ce dispositif fonctionne à l'usine anglaise dont la conception générale est due à un ingénieur russe émigré, M. Paul Shishkoff. Celle-ci n'est, d'ailleurs, pour l'instant, qu'un simple laboratoire installé,



SCHEMA GÉNÉRAL DE L'USINE EXPÉRIMENTALE INSTALLÉE EN ANGLETERRE, AU PORT D'AVONMOUTH

L'eau est prise, par siphon, dans un bassin à flot. Sa chute alimente la turbine située au bas de la porte d'écluse. Le générateur de vapeur « Froude » alimente l'accumulateur situé dans l'angle droit de la figure, d'où la vapeur s'écoule dans un turbo-alternateur horizontal (à droite de la partie centrale).

grâce à une autorisation spéciale du port d'Avonmouth, sur une simple écluse de l'un des bassins à flot où plonge le siphon d'alimentation de la turbine motrice placée contre la digue au lieu dit « la Vieille Écluse ».

J. LAURENÇON.

LES LOCOMOTIVES EN ORDRE DE MARCHÉ TRAVERSENT LES OCÉANS EN CARGOS SPÉCIALEMENT AMÉNAGÉS

Par Paul LUCAS

Les chemins de fer des Indes anglaises représentent, pour les constructeurs britanniques, un de leurs plus gros clients, et le matériel de toute sorte et, en particulier, les locomotives donnent lieu à des livraisons régulières. Etant données l'importance et la nature de ce trafic, les compagnies de navigation qui se chargent du transport de ces locomotives, ont demandé aux ingénieurs anglais des constructions navales de mettre au point des navires spécialement aménagés dans ce but, et capables de transporter, non plus des pièces détachées suivant la méthode ordinaire, mais les locomotives entières, complètement montées et en ordre de marche. On réalise ainsi une économie appréciable de temps.

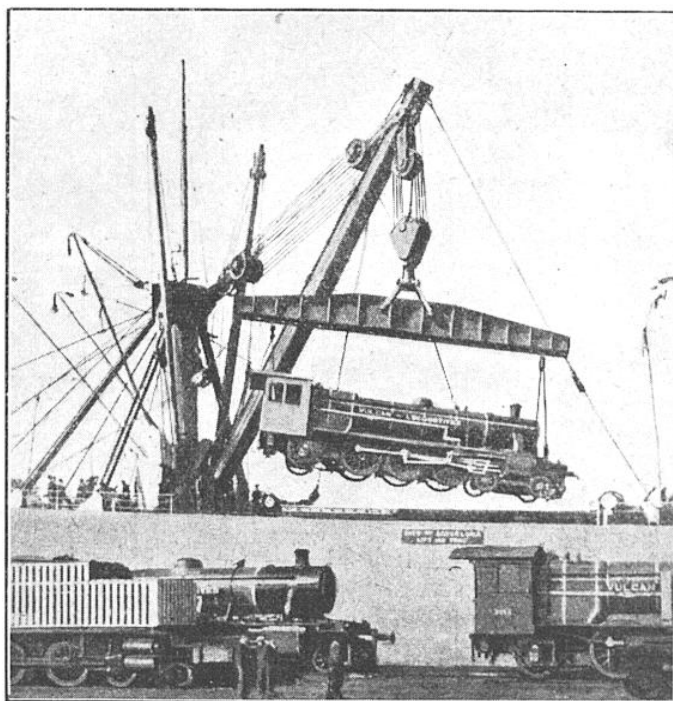
Un bateau qui peut transporter neuf locomotives complètes

Le premier cargo de ce genre, le *City-of-Barcelona*, a entrepris, au début de cette année, son premier voyage aux Indes avec un chargement de sept locomotives à vapeur et les sept tenders correspondants et, de

plus, deux locomotives à moteur Diesel (1). De nombreuses autres machines ont été expédiées depuis, tant par ce bâtiment que par d'autres aménagés d'une manière analogue.

Le chargement des neuf machines com-

plètes, qui formaient le premier envoi, ne demanda qu'un jour et demi, y compris tous les arrêts dans le travail, ainsi que le temps nécessaire pour amener le matériel à pied d'œuvre. Chacune des locomotives ou chacun des tenders fut chargé, manœuvré jusqu'à sa position finale dans la cale et amarré solidement dans le temps remarquablement court d'une demi-heure. C'est dire que les appareils de manutention



UNE LOCOMOTIVE DE 75 TONNES EST CHARGÉE A BORD
DU CARGO ANGLAIS « CITY-OF-BARCELONA »

sont particulièrement puissants. C'est en premier lieu un mât de chargement d'une robustesse inaccoutumée et qui constitue, à notre avis, un record en fait de mât de chargement. Il est construit, en effet, pour soulever normalement 125 tonnes et a été soumis aux essais à une charge beaucoup plus forte, qui atteignait 148 tonnes. Cette dernière charge fut alors non seulement soulevée, mais amenée

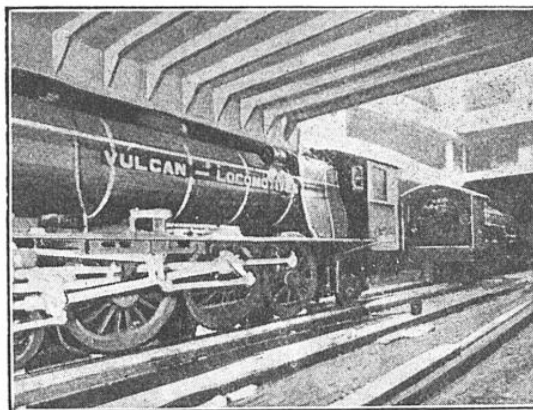
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 161, page 383.

à bord jusqu'au-dessus du centre de l'écouille, le bâtiment étant, pour cet essai, complètement allégé. Certains cargos, dans des conditions semblables, prennent une inclinaison excessive, de sorte que l'on éprouve d'assez grandes difficultés à amener la charge à bord. Les essais effectués ont permis de se rendre compte que rien de semblable n'était à craindre avec le bâtiment considéré.

La force motrice nécessaire pour actionner le mât de chargement est fournie, par l'intermédiaire de palans appropriés, par deux grands treuils à vapeur, disposés dans l'entrepont et capables d'exercer, chacun, un effort de 25 tonnes. Les opérations de chargement sont surveillées depuis le pont du cargo, d'où on peut également commander à distance les treuils du mât de chargement.

Pour qu'il soit possible de charger le plus grand type de locomotive en service aux chemins de fer des Indes, l'écouille de chacun des ponts, au-dessus de celle des cales qui a été spécialement aménagée pour recevoir ce matériel, a environ 15 m 50 de longueur. Sa largeur est suffisante pour qu'il soit possible de mettre directement en place dans la cale les deux dernières locomotives d'un chargement complet, c'est-à-dire celles qui doivent rester, pendant tout le voyage, immédiatement au-dessous des panneaux d'écouille.

Il va sans dire que la cale qui abrite les locomotives a été soigneusement débarrassée de tout obstacle pour que le matériel puisse être convenablement et facilement manœuvré jusqu'à la position finale qu'il doit occuper pendant le transport. Cependant, sur toute la longueur de la cale, qui atteint 35 mètres, un unique pilier a été maintenu, qui sert tout spécialement à l'ar-



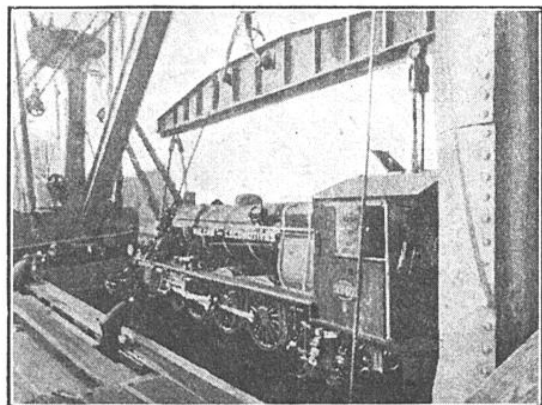
A FOND DE CALE, LES LOCOMOTIVES REPOSENT SUR LES RAILS ET SONT SOIGNEUSEMENT ARRIMÉES

rimage des locomotives et des tenders.

Une fois descendue à fond de cale, chaque locomotive est posée sur des rails longitudinaux. Au moyen de câbles d'acier attachés aux deux extrémités de la machine et aboutissant, à travers l'écouille, à des treuils à vapeur, on l'amène en ligne droite au point voulu. Elle est alors calée dans cette première position, ses roues reposant sur des plaques d'acier. Ces dernières peuvent se déplacer dans une direction transversale sur des traverses graissées. Pour opérer cette dernière translation du matériel, des treuils et des palans ont été disposés d'une manière analogue à ceux qui permettent d'obtenir les déplacements longitudinaux. Une fois parvenue dans cette dernière position, la locomotive est soigneusement étayée et amarrée, de telle manière qu'aucun mouvement individuel ne puisse avoir lieu, quel que soit l'état de la mer pendant le transport. Cette disposition des voies glissantes longitudinales et transversales permet de réduire considérablement le temps nécessaire à la manœuvre du matériel dans la cale du navire ainsi que le personnel affecté à ce service.

Sur le pont du *City-of-Barcelona* sont également posées des voies longitudinales, à la hauteur de la cale dont nous venons de parler. Elles sont utilisées pour le chargement et le transport du matériel roulant sur le pont du bâtiment.

Grâce à ces dispositions, une fois arrivé à destination, le matériel est débarqué très rapidement. Les machines sont posées directement sur les rails qui leur sont destinés et peuvent se mettre immédiatement en marche par leurs propres moyens. P. LUCAS.



LA LOCOMOTIVE EST DESCENDUE DIRECTEMENT DANS LA CALE

DIX ANS D'ORGANISATION INDUSTRIELLE ET AGRICOLE EN SYRIE ET AU LIBAN

Par Paul FIDÈS

LA SCIENCE ET LA VIE, poursuivant son enquête scientifique, technique, économique concernant les territoires sur lesquels la civilisation française a étendu son activité (1), étudie dans cet article les remarquables résultats qui ont été obtenus, depuis dix ans, en Syrie et au Liban, territoires placés sous mandat français. En aménageant les moyens de transports (routes, chemins de fer, pistes), en développant l'agriculture et surtout la culture du mûrier, connexe de l'industrie de la soie, la France a déjà amélioré considérablement la prospérité de ces vastes territoires de la Méditerranée orientale. De plus, un programme d'outillage vraiment moderne est prévu pour compléter l'organisation déjà existante par l'adduction d'eau et l'accroissement du réseau routier : de l'eau, des routes.

Qu'est-ce que la Syrie ?

a) Géographiquement

La carte de la page suivante définit, mieux que tout commentaire, la position géographique exacte des pays confiés à notre tutelle. Mais, si la géographie est, en elle-même, une science précise, les expressions qu'elle emploie ne le sont pas toujours. Il importe de s'entendre. On appelle traditionnellement *Syrie* la grande région naturelle située entre le Taurus au nord, le désert sinaïtique au sud, la Mésopotamie à l'est et la Méditerranée à l'ouest.

Telle n'est pas la Syrie sous mandat. Celle-ci a été, notamment, séparée de la Palestine et de la Transjordanie, confiées à la tutelle britannique. L'étude que nous allons faire se bornera à ces limites restreintes.

b) Historiquement

La Syrie sous mandat n'est pas un « pays neuf », au sens que prennent ces mots dans le vocabulaire impérial. C'est, au contraire, un pays de très ancienne civilisation, ruiné par des invasions successives et retardé dans son adaptation à la vie moderne par une longue servitude.

Plus encore que la Belgique, c'est un carrefour de races, de religions, de richesses... et de convoitises. Plus de vingt races s'y sont affrontées ou mêlées ; trois religions principales s'y surveillent jalousement ; toutes les grandes puissances de l'Europe ont essayé, depuis le début du siècle, d'y

obtenir une sorte de prépondérance économique ; enfin, encore de nos jours, la Syrie a des voisins puissants et remuants.

Chacune des invasions qui ont déferlé sur cette terre y a laissé de riches alluvions. A Byblos, à Sidon, à Doura Europos sur l'Euphrate, en vingt autres lieux, l'archéologie découvre les traces prestigieuses des plus anciennes civilisations. Et faut-il évoquer la magnificence des ruines romaines : Baalbeck, Palmyre, Chaaba, Bosra-eski-Cham, restées debout à la lumière malgré les tremblements de terre et les révolutions ?

Toutes ces civilisations ont laissé leur empreinte sur le sol, mais aucune n'a pénétré profondément l'âme des Syriens. Celle-ci, même dans la nuit des longues servitudes, n'a point perdu son originalité, ni son éclat. Elle est, d'ailleurs, infiniment complexe et diverse ; elle aime à refléter le concept occidental d'unité politique ; mais, en dépit des harangues nationalistes, ni à Beyrouth, ni à Damas, on ne perd conscience des réalités : autant de races ou de religions, autant de « nations ».

Les Turcs n'avaient rien fait pour préparer un rapprochement entre ces nationalités multiples. Evincés après quatre siècles de domination, ils n'ont laissé, comme traces visibles de leur conquête, que des casernes et l'embryon corrompu d'une organisation administrative imitée de l'Occident.

La seule influence étrangère qui se soit mêlée profondément à l'âme syrienne et libanaise est celle de la France. Depuis les croisades jusqu'à nos jours, cette influence, malgré toutes les vicissitudes de la politique

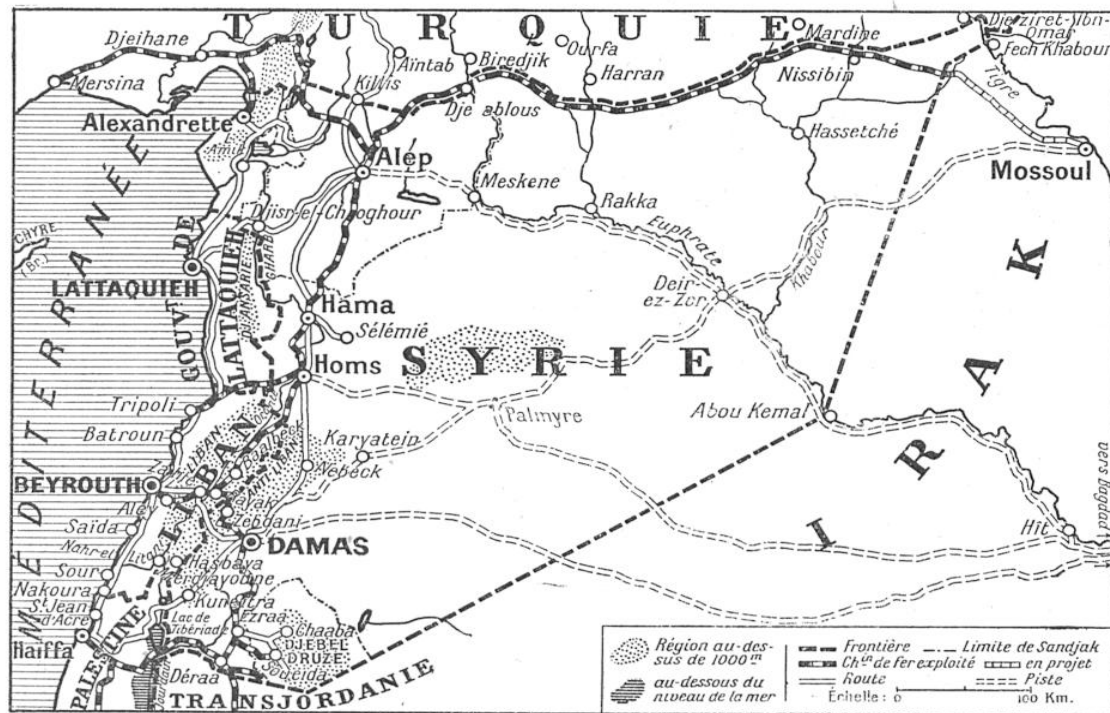
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 154, page 265 ; n° 155, pages 371 et 381 ; n° 161, page 413.

et du prestige français, n'a pour ainsi dire jamais décliné, en tout cas jamais disparu. Le mandat n'est pas une nouveauté ; c'est l'anneau le plus récent d'une chaîne séculaire.

La mission de la France en Syrie

En vertu du mandat, la France remplit en Syrie une mission d'aide et de conseil (article 22 du Pacte de la S. D. N.). Les

d'un statut, qui, après une laborieuse évolution, est parvenu au mois de mai dernier, sous la sage impulsion du Haut-Commissaire M. Ponsot, à un degré très avancé de développement. La République Libanaise avait déjà reçu, en 1926, une constitution, qui fut deux fois amendée pour renforcer les prérogatives du pouvoir exécutif. L'Etat de Syrie, capitale Damas, devient à son tour une république parlementaire, avec un



LES ÉTATS DU LEVANT PLACÉS OFFICIELLEMENT SOUS MANDAT FRANÇAIS DEPUIS 1922

Au point de vue économique et démographique, deux grandes régions naturelles : à l'ouest du chemin de fer Damas-Hama-Alep, pays agricole prospère ; à quelques kilomètres à l'est, zone de nomadisme, parsemée d'oasis, tel Palmyre, au croisement des pistes allant de Damas à Deir-é-Zor et de Homs à Bagdad ; nombreuses oasis sur l'Euphrate.

Etats du Levant sont reconnus indépendants, mais, comme ils ne possèdent ni les forces militaires, ni les ressources financières, ni le personnel politique et technique, ni l'expérience administrative nécessaires à la sauvegarde de cette indépendance dans les difficiles conditions du monde moderne, ils ont besoin d'un tuteur. Et ce tuteur n'est autre que la France, leur protectrice traditionnelle.

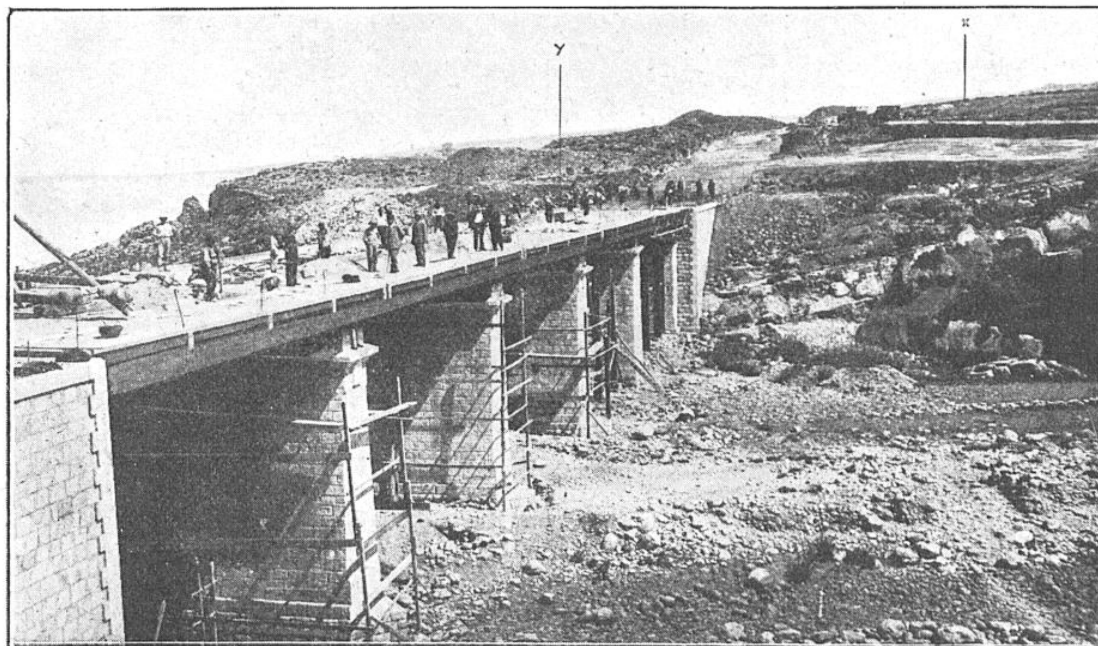
Comment cette mission a été remplie : a) Dans l'ordre politique

La France leur a garanti la sécurité, aux frontières et à l'intérieur. Elle les a pourvus

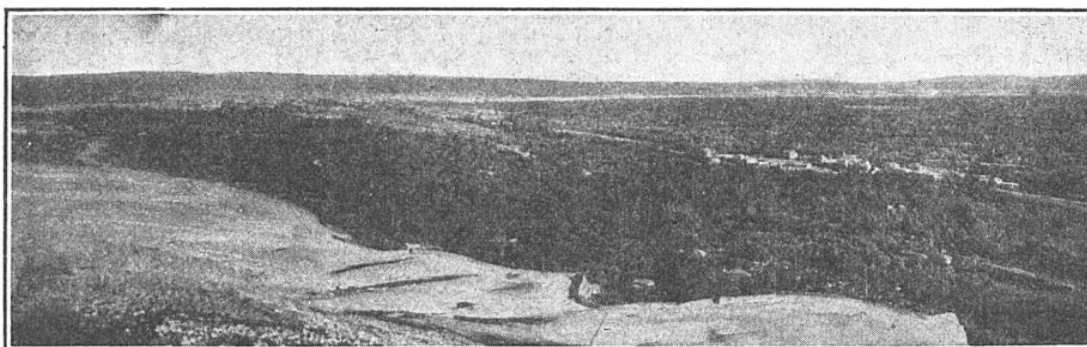
président, une Chambre, un ministère responsable ; le sandjak d'Alexandrette voit confirmer, suivant le vœu de la population, son autonomie administrative et financière ; dans les gouvernements de Lattaquieh et du Djebel-Druse, une organisation consultative est instituée. Enfin, une Conférence des Intérêts Communs réunit les représentants des divers Etats et gouvernements pour l'étude des questions économiques intéressant l'ensemble des territoires du Levant (douanes, monnaie, voies de communication, irrigations, etc.). Ainsi, la géographie politique adoptée par la puissance mandataire pour répondre au vœu des populations,



CONSTRUCTION DE LA ROUTE BEYROUTH-NAKOURA SUR LA COTE DE LA MÉDITERRANÉE (LIBAN)
On remarquera la richesse de la flore méditerranéenne.



SUR LA COTE MÉDITERRANÉENNE, ENTRE BEYROUTH ET TRIPOLI (LIBAN)
Sous l'impulsion des autorités mandataires, les moyens de communication se sont considérablement développés au Levant. Pont en béton armé, construit pour raccourcir la route. X, ancienne route ;



DAMAS ET SON OASIS (SYRIE)

On remarque, au dernier plan, une ligne blanchâtre : le quartier excentrique de Meïdan, amorce des grandes voies transdésertiques.

ne pourra nuire à la prospérité matérielle des pays confiés à sa tutelle.

Au point de vue du droit public, les principes de la Déclaration des Droits de l'Homme sont partout affirmés : liberté individuelle, liberté de conscience, égalité de tous devant la loi, etc.

En promulguant ce statut organique, le Haut-Commissaire remplissait un des devoirs essentiels de sa charge. Il n'allait pas tarder à recevoir l'approbation et les éloges de la Commission des Mandats, seule institution qualifiée pour juger son œuvre.

b) Dans l'ordre économique

Une bonne organisation politique ne suffit pas au bonheur des peuples modernes, qui recherchent, de plus en plus avidement, la prospérité économique. Pour assurer à la Syrie et au Liban cette prospérité, la France n'a négligé aucun effort.

Donnons ici quelques chiffres.

Voies ferrées

La ligne Tripoli-Homs (103 kilomètres), entièrement détruite pendant la guerre, était reconstruite dès 1921. En 1925, la ligne Deraa-Bosra-Eschi-Cham (35 kilomètres) et, en 1928, la partie syrienne de la ligne Alexandrette-Nissibine étaient rétablies sur toute leur longueur. Le matériel a été presque entièrement renouvelé. La Compagnie des wagons-lits a pu pousser ses services jusqu'à Alep et Tripoli.

Routes

A la fin de 1928, on avait construit, ou rétabli dans des conditions équivalant à une reconstruction totale, 2.100 kilomètres de routes empierrées comme elles ne l'avaient jamais été et 4.500 kilomètres de pistes. Des régions, entièrement privées jusque-là de voies carrossables, en ont été pourvues et sont dotées de services automobiles. Par exemple, on va aujourd'hui d'Alep à Bey-



LE PORT ET LES JARDINS DE BEYROUTH (LIBAN)

Au dernier plan, un contrefort du Liban : le Djebel Sannin, arrivant jusqu'à la mer.

routh, par Lattaquieh, en neuf heures et demie d'auto.

Agriculture

Surfaces cultivées en 1922 : 1.052.000 hectares ;

Surfaces cultivées en 1928 : 1.600.000 hectares.

Sériciculture

Les cultures du mûrier se sont considérablement étendues. La récolte de cocons est passée de 800.000 kilogrammes en 1920, à 3.500.000 kilogrammes en 1928.

Commerce extérieur :

Importations

Avant la guerre, 6.600.000 livres sterling ;

En 1923, 7.403.000 livres sterling ;

En 1928, 10.616.000 livres sterling.

Exportations

Avant la guerre, 3.320.000 livres sterling ;

En 1923, 3.260.000 livres sterling ;

En 1928, 4.301.000 livres sterling.

Tonnage des navires de Beyrouth, port principal

En 1920, 690.000 tonnes ;

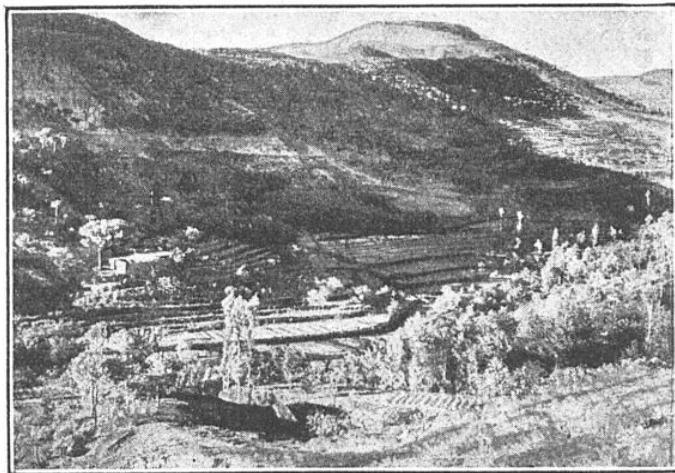
En 1923, 1.348.000 tonnes ;

En 1928, 1.843.000 tonnes.



LE TEMPLE DE JUPITER A BAALBECK (LIBAN)

Les ruines de Baalbeck représentent le plus imposant souvenir de l'occupation romaine en Syrie.



STATION ESTIVALE DE MOYENNE ALTITUDE D'AIN ZAHALTE

Remarquer les importantes cultures de mûriers en terrasses, caractéristiques du Liban.

Le Haut-Commissariat tient en réserve un vaste programme d'améliorations économiques, qui peut se résumer en deux mots : de l'eau, des routes. La Syrie est, en effet, essentiellement un pays d'agriculture et de transit.

C'est aussi, et de plus en plus, un pays de tourisme. Signalons que de nombreuses stations estivales, pourvues d'hôtels confortables, se sont créées ou développées récemment dans la montagne libanaise, aux Alaouites, dans l'Amanus, etc.

c) Dans l'ordre intellectuel et social

La France ne s'est pas bornée à ces bienfaits d'ordre politique et économique. La noblesse de ses traditions au Levant l'obli-

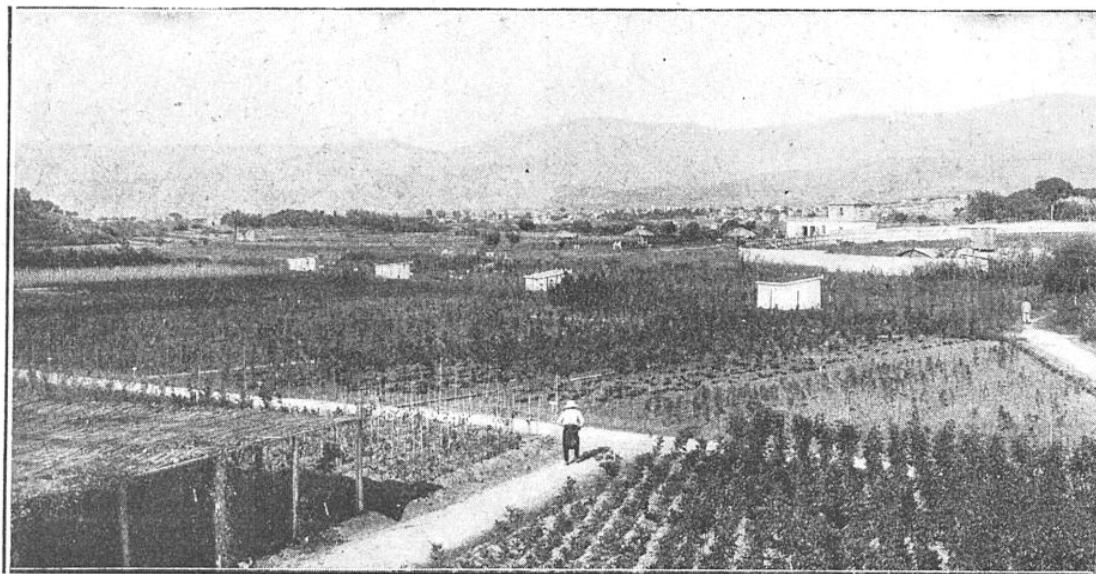
geait à continuer largement une œuvre de lumière et de charité.

Institutions scolaires, institutions d'assistance, c'est peut-être en ce domaine que l'influence française a rayonné avec le plus d'éclat.

Tous les Français ont entendu parler de l'Université Saint-Joseph de Beyrouth, que Maurice Barrès appelait le « phare de la Méditerranée orientale » ; tous connaissent le grand collège aménagé par les lazaristes

les minorités en vertu du droit capitulaire (et cela même sous la Révolution, pour qui — avant la lettre — l'anticléricisme n'était pas article d'exportation) ; par ses missionnaires laïcs et religieux, par ses professeurs et ses hommes d'affaires, par sa langue et par ses idées, par ses bienfaits.

La France continue. En exécution du mandat, elle n'a pas eu à transformer son rôle, mais seulement à l'élargir momentanément. Elle n'a d'autre ambition que de



FÉPINIÈRE DU CENTRE D'ESSAIS AGRICOLES DE BEYROUTH (LIBAN)

La Syrie et le Liban commencent à pratiquer une agriculture rationnelle, à peu près inconnue dans ces pays jusqu'au jour où ils ont été placés sous mandat français.

à Antoura, sur les premières pentes du Liban, et les orphelinats de Saint-Vincent-de-Paul, qui ouvrent leurs portes chaque année à plus de mille enfants abandonnés, et la Mission Laïque, aujourd'hui en pleine prospérité, et toutes les œuvres qui font grandir en Orient le prestige de la science et de la bonté françaises.

Un tel sujet mériterait de longues méditations, mais qui déborderaient le cadre du présent article. Il faut nous hâter de conclure.

Si la France est aujourd'hui installée en Syrie, ne l'oublions pas, c'est parce qu'elle y a toujours été : par ses chevaliers au temps des croisades, par ses consuls protégeant

« travailler à se rendre inutile », en préparant Syriens et Libanais à jouir avec sagesse de la liberté politique et de l'indépendance nationale. Cette indépendance doit être le fruit, en même temps qu'elle sera la consécration de l'œuvre d'éducation politique généreusement entreprise et courageusement poursuivie par la France.

Depuis le 30 juin 1930, l'Irak a reçu de la Grande-Bretagne les apparences de la liberté :

— C'est un mirage, me disait un chef arabe.

— Oui, lui répondis-je, c'est comme l'ombre des réalités qui seront accordées un jour à la Syrie et au Liban.

PAUL FIDÈS.

LE DISQUE DE PHONOGRAPHE EST AUJOURD'HUI PARFAIT GRACE A L'ENREGISTREMENT ÉLECTRIQUE

Par Félicien FAILLET

L'enregistrement d'un son sur la cire vierge constitue toujours l'opération essentielle de la technique phonographique. Les perfectionnements apportés dans les organes reproducteurs de ce son ont certainement contribué à rendre plus parfaite l'audition, mais ne constituent, en somme, que l'un des côtés du problème (1). Chacun sait, en effet, que, pour enregistrer un son, il faut d'abord capter son énergie, la transmettre ensuite, et enfin la transformer en travail mécanique, par l'intermédiaire d'un style qui inscrit sur la cire les sillons dont les sinuosités correspondent précisément aux modulations du son enregistré. C'était, jusqu'à ces derniers temps, la méthode d'enregistrement primitive, qui marquait les débuts de l'industrie phonographique. Cette méthode présentait de nombreux inconvénients, entre autres : l'obligation de mettre en jeu des inerties assez considérables incompatibles avec une grande intensité et une réelle fidélité, et de sérieuses difficultés pour capter les sons émanant, par exemple, d'un orchestre nombreux. Au contraire, la méthode moderne — étape décisive au point de vue pratique — consiste à utiliser l'enregistrement électrique. Chacun sait aussi que, grâce à un microphone et à une lampe à trois électrodes (2), on peut aujourd'hui obtenir l'enregistrement d'un son dans la cire avec une fidélité beaucoup plus parfaite, tout en enregistrant des morceaux exécutés à grand orchestre. Le principe de cet enregistrement repose sur l'émission des sons devant un microphone, sons qui modulent ainsi le courant microphonique. Ce courant, convenablement amplifié grâce à la lampe de T. S. F. à trois électrodes, actionne à son tour l'enregistreur lui-même, qui creuse dans la cire les sillons que l'on retrouve gravés sur le disque phonographique proprement dit.

ENREGISTRER un disque, c'est graver dans la cire vierge, par l'intermédiaire d'un style, des sillons dont les sinuosités correspondent exactement aux modulations des sons ou des paroles dont on veut garder l'empreinte.

Autrefois uniquement mécanique, l'enregistrement consistait à capter les sons dans un pavillon et à transmettre leur énergie à un diaphragme, qui le transformait en travail mécanique et actionnait le style graveur. Bien qu'ayant donné des résultats remarquables, malgré la pauvreté des moyens mis en œuvre, l'enregistrement mécanique s'est rapidement révélé incapable de satisfaire les exigences toujours plus grandes des usagers du phonographe. Comment, en effet, capter dans un pavillon des morceaux joués par des orchestres de plusieurs milliers d'exécutants ? Comment se rendre sur place pour enregistrer, comme on le fait aujourd'hui, les bruits de la mer, de l'orage, etc. ?

L'électricité est venue, ici encore, au secours des ingénieurs. Grâce au microphone et à la lampe à trois électrodes, qui est, en

quelque sorte, l'âme des progrès merveilleux du début de ce siècle dans bien des domaines, on est parvenu aux réalisations remarquables que tout le monde connaît.

L'enregistrement électrique des disques, tel qu'il est actuellement pratiqué, comporte trois « ensembles » distincts, réagissant les uns sur les autres et constituant une liaison presque immatérielle, pourtant puissante et fidèle, entre le son émis à une extrémité et la galette de cire vierge qui va le fixer à l'autre extrémité :

a) Le *microphone*, qui recueille les vibrations sonores et les transforme en un faible courant modulé ;

b) L'*amplificateur*, qui substitue à ce faible courant modulé un courant plus puissant modulé d'une façon semblable ;

c) L'*enregistreur*, qui transforme l'énergie électrique en énergie mécanique.

Le microphone transforme les vibrations sonores en courants électriques modulés

Le microphone est essentiellement une membrane qui vibre sous l'action des ondes sonores et dont les vibrations modulent un

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 123, page 191.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 125, page 355.

courant électrique. Le type le plus simple en est l'écouteur de votre téléphone, sorte de boîte remplie de grains de charbon et fermée par une membrane. Si l'on fait passer dans la boîte un courant électrique et si l'on parle devant la membrane, la résistance opposée au passage du courant varie constamment en concordance avec la vibration de cette membrane, de sorte que l'on obtient finalement un reflet électrique fidèle des paroles prononcées.

Pratiquement, on ne se sert plus guère du microphone à charbon, d'une sensibilité médiocre; des appareils beaucoup plus raffinés sont utilisés, mais le principe est toujours le même; vous l'avez d'ailleurs vu bien souvent, ce « micro », suspendu devant la bouche des orateurs aux cérémonies publiques, alors qu'il s'agit, par exemple, de diffuser des discours par T. S. F.

L'amplificateur substitue au faible courant microphonique modulé un courant plus intense modulé de la même façon

La comparaison avec la T. S. F. est ainsi amorcée; elle va, maintenant, s'accroître encore avec l'amplificateur, qui est du pur domaine de la radio. C'est, en effet, tout simplement, un amplificateur aujourd'hui classique à lampes triodes.

Dans cet amplificateur, on se trouve en présence d'un courant électrique puissant, donc *utilitaire*, qu'il s'agit de faire varier en suivant exactement les modulations de notre faible courant microphonique.

Pour cela, on prend une lampe triode, dont le filament est porté au rouge par une source de courant particulière (accumulateur), cependant que le puissant courant que l'on veut moduler va de ce même filament à un autre organe de la lampe : la plaque; il y a donc coupure dans ce dernier circuit, coupure à l'intérieur de la lampe où a été fait le vide, entre le filament et la plaque. Or, on sait que le dit filament, aussitôt qu'il est

chauffé, émet un grand nombre de petites particules électrisées négativement : les *électrons*, qui bombardent la plaque portée à un potentiel positif et établissent ainsi une espèce de pont qui ferme le circuit.

Si maintenant, entre le filament et la plaque, on introduit une petite grille reliée au microphone, les variations de tension du courant microphonique font également varier le nombre des électrons traversant la grille; cela revient à dire que le courant du microphone fait varier le courant puissant suivant ses modulations propres; le but est donc atteint.

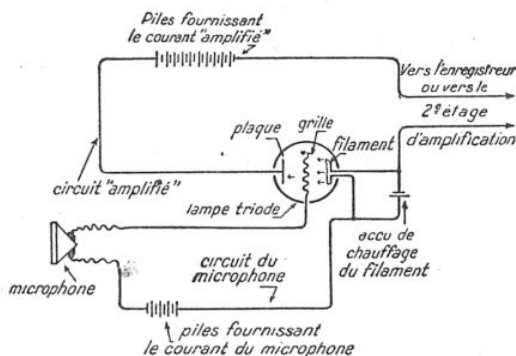


SCHÉMA D'ENSEMBLE DE LA MODULATION DU COURANT AMPLIFIÉ PAR LE COURANT MICROPHONIQUE AVEC L'INTERMÉDIAIRE DE LA LAMPE TRIODE

Le filament de la lampe triode est porté au rouge et émet des électrons qui viennent bombarder la plaque. Les variations dans le circuit filament-grille (circuit microphonique) provoquent des variations amplifiées dans le circuit filament-plaque. En définitive, les modulations du courant amplifié sont commandées par les paroles mêmes prononcées devant le micro (ou par les sons d'un instrument).

L'enregistreur transforme l'énergie électrique en travail mécanique

Ainsi donc, un instrument émet, devant le microphone, des ondes sonores; le microphone s'ébranle et module le courant électrique qui lui est propre; ce courant électrique module à son tour un autre courant plus important et qui possède toutes les qualités requises pour actionner convenablement, selon les instructions qui vont lui être fournies, la petite pointe qui tracera les sillons dans la pâte.

Pour comprendre comment fonctionne cet enregistreur, il suffit de se rappeler deux propriétés des aimants, organes essentiels de l'appareil :

1° Lorsqu'un fil électrique est enroulé autour d'une barre de fer, ce morceau de fer s'aimante au passage du courant, et l'orientation de l'aimant ainsi créé varie avec le sens du courant électrique;

2° Les pôles de deux aimants de nom contraire s'attirent : pôle nord vers pôle sud, pôle sud vers pôle nord.

Supposons maintenant deux aimants permanents en fer à cheval placés l'un devant l'autre, les pôles se faisant face; entre les armatures introduisons une petite tige de fer autour de laquelle est enroulé un fil électrique.

Si l'on relie les deux extrémités de ce fil

à une source électrique, la tige de fer s'aimante, et deux pôles se créent à ses extrémités. Aussitôt, les pôles de nom contraire s'attirant, la tige de fer bascule.

Inversons le courant, le mouvement contraire se produit.

Si, à présent, nous faisons passer le courant *amplifié* et *modulé* à la ressemblance du courant microphonique, dans l'enroulement autour de la petite tige de fer, les *modulations* de ce courant feront varier sans cesse le *sens* et l'*intensité* de l'aimantation, et la tige sera agitée d'un mouvement oscillatoire reproduisant, à sa manière, les vibrations sonores initiales.

Fixons maintenant un burin à l'extrémité de la tige, faisons tourner un disque de cire molle devant le burin ; aussitôt, celui-ci gravera dans la pâte le minuscule sillon se rapportant aux sons de l'instrument enregistré.

Tel est le principe, relativement simple, de l'enregistrement électrique. Pratiquement, on se doute bien que tout ne se passe

pas aussi primitivement ; il est indispensable que toutes les variations des intermédiaires et du burin inscripteur s'effectuent dans des *temps* correspondant strictement aux *temps* des phénomènes acoustiques à capter.

Les *intensités* différentes soulèvent également de délicats problèmes, l'énergie variant dans des proportions considérables, selon que l'on joue *piano* ou *forte*, selon qu'il s'agit d'un violon ou de l'ensemble orchestral qui l'entoure.

En outre, il ne faut pas oublier que les sons émis devant le micro comportent d'énormes variations de *fréquence* : de 16 à 5.000 environ pour les sons fondamentaux.

Au studio d'enregistrement

Voyons donc sous quelles formes tangibles se présentent tous ces menus appareils et comment on les utilise. Pour cela, pénétrons d'abord dans la salle où la voix, les sons des instruments subissent leur première trans-

formation en courant électrique variable.

Côté des artistes. — Dans une salle à première vue semblable à toutes les salles, des musiciens sont réunis ; instruments accordés, partitions prêtes, le chef debout à son pupitre, la baguette à la main ; tout indique que l'exécution va commencer : le silence est absolu, presque gênant. Sur une console, le microphone, semblable à celui d'un auditorium de T. S. F. ; à ses côtés, une petite ampoule rubis.

Soudain une sonnerie résonne ; à ce signal, les archets se posent sur les cordes, les corps se redressent, le maestro lève sa baguette. Un

instant encore, et, cette fois, c'est la lampe rouge qui s'allume à côté du micro ; un geste et l'orchestre déchaîne ses flots d'harmonie.

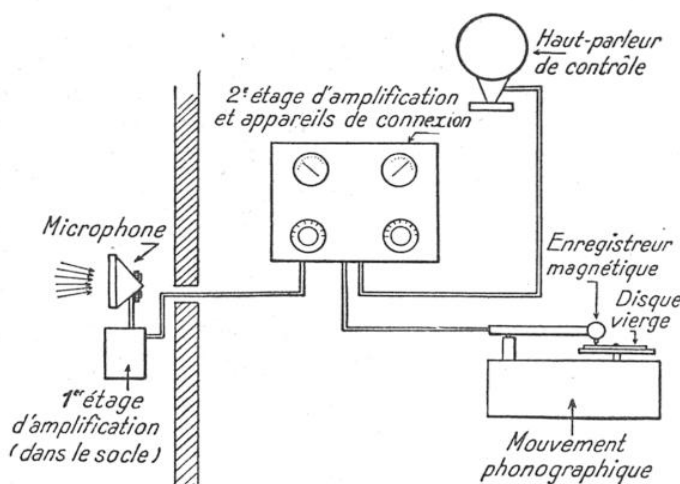
Le morceau achevé, tout le monde conserve le silence le plus strict pendant quelques instants encore ; la petite lampe signal n'est pas éteinte ; le micro est donc toujours en communication avec le studio d'enregistre-

ment. A présent, la voici éteinte ; une détente générale succède à la tension qui crispait les traits pendant l'exécution du morceau.

Soudain, un déclic et, d'un haut-parleur dissimulé, voici que retentit de nouveau le motif qui vient d'être enregistré : c'est le studio qui nous retourne les harmonies prisonnières sur une cire qui n'est que d'*essai*. Ainsi le chef d'orchestre et les exécutants peuvent-ils se critiquer eux-mêmes, remarquer les défauts de l'exécution, en prendre note.

Et lorsque, pour la seconde fois, au signal silencieux de la petite lampe, l'orchestre jouera à nouveau, ces fautes seront évitées, et il y a beaucoup de chances pour que l'ensemble soit à peu près parfait.

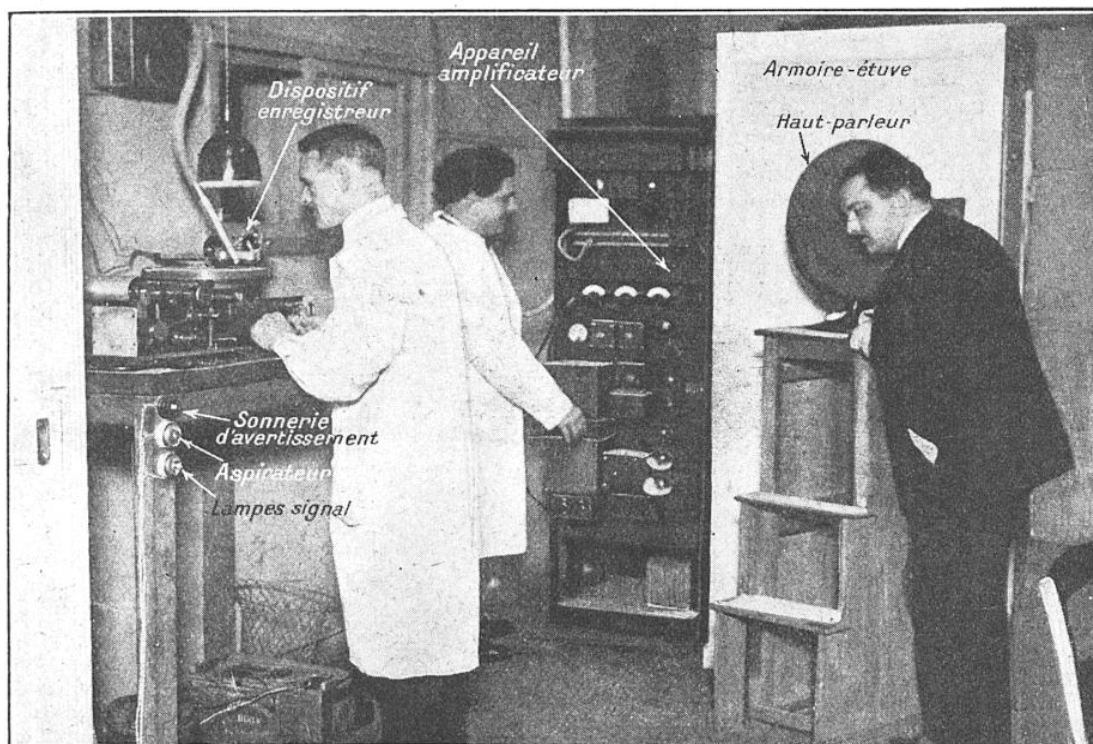
Lorsqu'il s'agit d'œuvres extrêmement importantes, d'artistes au grand renom et que l'on ne peut joindre aisément, on multiplie les essais ; les grandes vedettes du disque, qu'elles s'appellent Ninon Vallin,



SCHEMA D'ENSEMBLE DE L'ENREGISTREMENT ELECTROMAGNETIQUE DES DISQUES, PLUS COMMUNEMENT APPELE ENREGISTREMENT ELECTRIQUE

Supervia, Bourdin ou George Beer, reprennent quatre ou cinq fois la même exécution. Les frais, bien entendu, augmentent dans de considérables proportions, mais il importe que la cire définitive soit exempte de défauts ; sait-on quand et comment il serait possible de recommencer ?

étage d'amplification : très sensible, il faut, en effet, qu'il se contente strictement de donner des forces au courant microphonique et, si les fils de liaison étaient trop longs, ils seraient dangereusement tentés d'absorber au passage quelques-uns de ces parasites innombrables qui traînent un peu partout.



AU LABORATOIRE D'ENREGISTREMENT « ODÉON » PENDANT UNE « PRISE DE SON »

Sur le pied de l'établi (à gauche) portant le système enregistreur, on voit : le bouton de sonnerie d'avertissement, l'interrupteur de l'aspirateur, qui aspire les fins copeaux de cire découpée et le bouton d'allumage des lampes signal et de garde. Au centre, l'appareil amplificateur, sur lequel on voit, de haut en bas : l'amplificateur fixe de puissance, les jacks témoins, les cadrans de trois ampèremètres de chauffage et, un peu au-dessous et à gauche de ces cadrans, le cadran circulaire du « galvanomètre témoin des oscillations du circuit microphonique » ; c'est d'après ce galvanomètre que l'on module la puissance. Sur le côté inférieur droit du meuble amplificateur, on aperçoit les lampes d'amplification variable des sensibilités et les lampes d'amplification variable de puissance (montées en push-pull). À droite, l'armoire-étuve à cire et le haut-parleur.

Quant au micro, impassible et indifférent à ces vulgaires contingences, il se contente d'absorber les vibrations. Suivons donc ensemble le chemin de ces ondes sonores

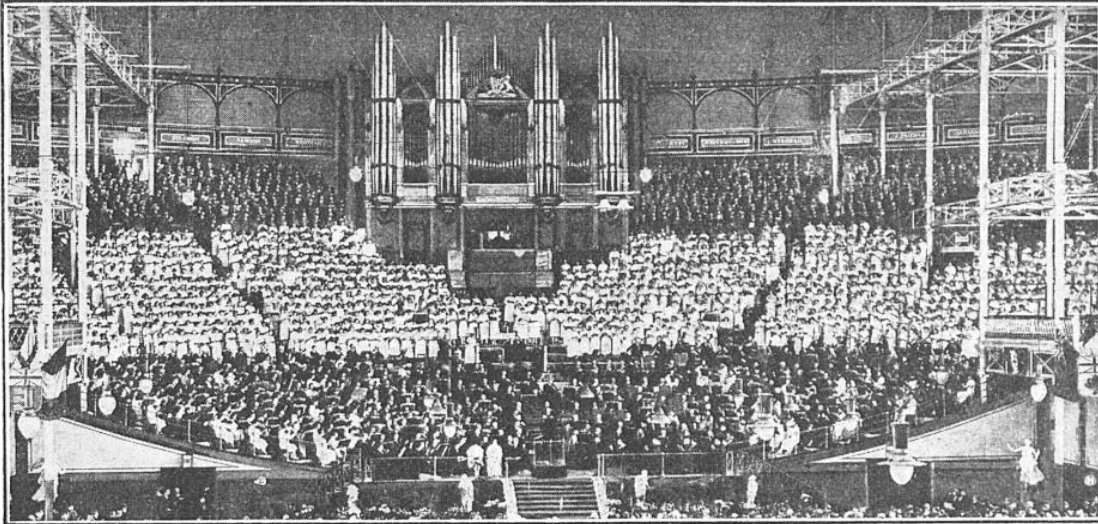
Du studio à la salle d'enregistrement

Avant même que de quitter la chambre close où s'élaborent les harmonies, les vibrations sonores subissent une première transformation. C'est, en effet, dans le pied même qui supporte le micro, ou à son voisinage immédiat, qu'est dissimulé le premier

Ce n'est donc que devenu déjà assez puissant pour se suffire à lui-même et écarter dédaigneusement les pernicieuses influences du dehors que le courant modulé du microphone abandonne le studio pour s'élancer vers le laboratoire des sons.

Dans la salle d'enregistrement proprement dite

Parvenus dans la salle d'enregistrement, les fils sont directement branchés sur un second ensemble amplificateur qui comporte



ENREGISTREMENT DEVANT UN ORCHESTRE, IL Y A DIX ANS ET AUJOURD'HUI

Jadis : une douzaine d'artistes, serrés les uns contre les autres, face à une impressionnante batterie de pavillons conduisant directement les sons au diaphragme enregistreur. (Une séance d'enregistrement au studio de la rue Richelieu, en 1918. Dessin de Georges Scott, extrait de l'Illustration.) Aujourd'hui : 3.500 chanteurs et musiciens sont groupés comme pour une audition ordinaire publique, et les microphones sont si modestes qu'on ne peut même les apercevoir. (Enregistrement Columbia, au Crystal Palace.)

trois étages : un fixe (primaire), un réglable (sensibilité) et un autre réglable (puissance). Un haut-parleur permet à un opérateur de suivre l'exécution, qui se poursuit là-bas, dans la salle où se trouve l'orchestre ; suivant les vibrations, les qualités de cette exécution, l'opérateur surveille l'amplificateur de puissance (la sensibilité étant réglée avant chaque disque), le contrôle sans cesse et le règle suivant les besoins.

Finalement, le courant, toujours modulé et de plus en plus puissant, arrive au graveur de cire : c'est essentiellement un burin en saphir — triangulaire pour les disques à aiguille, circulaire pour les disques à saphir — qui effleure une galette de cire.

De jolie couleur ambre clair, cette galette n'est pas de cire absolument pure ; elle est faite d'éléments en proportions diverses, dont les formules varient avec les constructeurs,

qui les tiennent secrètes, bien entendu ; la surface en a été polie soigneusement au tour avant l'enregistrement et le gâteau ramolli dans une étuve aux environs de 50°.

Ce disque est déposé sur un plateau horizontal animé d'un mouvement de rotation ; pour assurer le tracé du sillon en spirale, il faut en même temps que ce plateau tournant se déplace latéralement devant le support du burin graveur, à moins que ce ne soit le support qui se déplace au-dessus du plateau tournant : les deux systèmes existent. Quant au mouvement, il doit être d'une régularité absolue ; le meilleur moteur qu'on ait encore trouvé, tant pour l'uniformité de la vitesse de rotation que pour son action silencieuse, c'est le moteur à poids, celui-là même qui actionne les antiques horloges de nos grand-mères.

Tout étant prêt, le chef opérateur fait retentir au studio la petite sonnette d'alerte ; puis il déclenche le mouvement du plateau, il ouvre le passage au courant, cependant que la petite lampe rouge s'allume : tout fonctionne, l'enregistrement commence. C'est alors que la surveillance la plus minutieuse doit avoir lieu : réglage des amplificateurs sous le guide d'un galvanomètre ; élimination des notes trop basses, dont la fréquence (en pratique, inférieure à 150) ne permettrait pas l'inscription matérielle sur des sillons trop rapprochés les uns des autres ; élimination des notes de trop haute fréquence (en pratique, de 5.000 à 8.000 pour les appareils de précision) que les pièces en mouvement ne peuvent suivre par suite de leur inertie, etc., etc. ; autant de réglages quasi impondérables, qui néces-

sitent des tours de main infimes et précis ; les opérateurs deviennent, en l'occurrence, de véritables artisans à l'ancienne manière, dont les qualités toutes personnelles ne se transmettent guère et qui font la fortune d'une maison d'édition ; c'est à leur savoir-faire que l'on doit les meilleurs enregistrements effectués avec le plus petit nombre d'essais (1).

Cependant, le plateau tourne toujours.

et le burin découpe sur la cire un fin copeau, aussitôt avalé par un tuyau d'aspirateur. L'exécution terminée, le courant est coupé, le plateau s'arrête et, immédiatement, on « fait parler » le disque enregistré et on le transmet aux exécutants. C'est le premier essai.

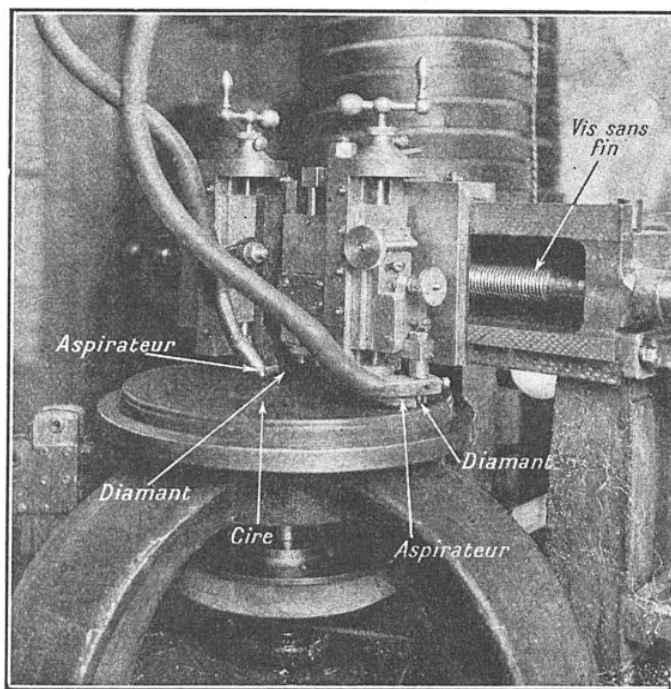
Le même cycle recommence ensuite pour l'enregistrement définitif et la galette, couverte maintenant de hiéroglyphes précieux est soigneusement emballée et expédiée à

l'usine de fabrication, d'où sortiront les disques définitifs à l'usage du public.

Quelques avantages de l'enregistrement électrique : fidélité, puissance, possibilité d'enregistrement des plus grands orchestres, indépendance du microphone

L'enregistrement électrique présente sur l'enregistrement mécanique de précieux

(1) Lorsqu'il s'agit de capter malgré tout des notes à fréquence très élevée, on opère en deux fois. Une première fois, on enregistre les sons par un procédé optique, absolument à la manière des films sonores et sur un film. (Voir *La Science et la Vie*, n° 153, page 179.) Puis, grâce aux propriétés de la cellule photoélectrique, on transforme la transcription graphique sur le film des fréquences élevées en courants électriques. C'est la *gravure indirecte*, pratiquement d'une extrême complexité, hérissée de difficultés.



LE POLISSAGE AU TOUR AVEC UNE POINTE DE DIAMANT DE LA SURFACE DE CIRE D'UN DISQUE VIERGE, AVANT L'ENREGISTREMENT (USINE COLUMBIA)

avantages : fidélité, puissance, possibilité d'enregistrement des plus grands orchestres, indépendance du microphone.

Le premier, et qui est considérable, tient précisément à la nature même de cet enregistrement.

Auparavant, on se trouvait en présence de réalisations *mécaniques* utilisant forcément les diverses propriétés de la *matière* : action *directe* des vibrations sur une membrane ; action *directe* de cette membrane sur un levier ; action *directe* de ce levier sur une pointe ; action *directe* de cette pointe sur la cire.

L'enregistrement ainsi obtenu manquait non seulement d'intensité, mais encore de fidélité. Non seulement, en effet, le cornet acoustique produit des distorsions, mais encore les pièces mécaniques en mouvement (membrane du diaphragme, levier articulé, burin enregistreur) provoquaient, par leur inertie, des déformations inévitables.

Avec l'électricité, il en va tout autrement ; bien que d'application relativement récente, on en connaît cependant à peu près toutes les *lois* ; on peut déduire impitoyablement ses réactions suivant les modifications des circonstances. D'avance, sur le papier, on peut étudier toutes les transformations possibles, établir tous les calculs nécessaires aux réalisations qui se déduisent impeccablement ; ceci explique la mise au point raffinée du procédé électrique et ses progrès constants dont le public ne soupçonne guère les détails, mais qui sont cependant presque quotidiens et ont abouti aujourd'hui à une reproduction quasi parfaite.

Un autre avantage, c'est que les liaisons sont *instantanées* et *fiables* et que, sans altérer cette fidélité, on peut utiliser des gammes de puissances extrêmement variées, permettant, à la toute dernière étape, d'em-

ployer tel procédé mécanique qui convient.

Enfin, le microphone, devenu indépendant du studio d'enregistrement, permet toutes les audaces, en facilitant, du même coup, les « prises de sons ». Inutile, dorénavant, de n'employer que des orchestres réduits et d'entasser les malheureux musiciens devant le cornet diabolique. Une salle où l'acoustique est bonne, pas de bruit intempestif, naturellement, d'où meubles caoutchoutés, fenêtres bloquées, tentures là où il le faut. Et n'importe quelle masse peut opérer, de la plus considérable à la plus modeste : n'aurait-on pas réussi à capter un chœur de *douze mille exécutants* aussi parfaitement que le chant du rossignol ! (fig. page 65).

Cette indépendance du microphone, par rapport au laboratoire d'enregistrement, est, en outre, extrêmement précieuse pour permettre de saisir « au vol » d'importantes manifestations publiques ou privées, que l'on ne peut songer à organiser dans la salle d'enregistrement ; c'est couramment maintenant que l'on enregistre nos meilleurs orchestres de la salle Gaveau, de Pleyel, de la salle du Conservatoire ; c'est dans la Primatiale lyonnaise que l'on surprend les résonances grandioses et mystérieuses de l'orgue d'Edouard Commette, tandis que l'on capte, dans l'immense vaisseau de Notre-Dame, les improvisations du maître Vienne ; c'est dans la grande salle du Palais des Lords que l'on va prêter une oreille fort indiscrette au discours du roi d'Angleterre inaugurant la Conférence internationale du désarmement.

Bien mieux, le laboratoire d'enregistrement même se déplace tout tranquillement pour aller surprendre, à Mont-de-Marsan, le vieux maître du clavier, Francis Planté, et conserver à la postérité le jeu magnifique du grand virtuose. FÉLICIEN FAILLET.

LES COLONIES FRANÇAISES SONT A L'ORDRE DU JOUR :

Voici bientôt l'Exposition Coloniale de Paris ; tout ce qui intéresse les colonies nous intéresse. Aussi, nous demandons-nous pourquoi la culture du tabac, si prospère entre les tropiques (Philippines, Cuba, Indes néerlandaises), ne se développe pas dans nos colonies. Celles-ci importent pour la plupart, le tabac qu'elles consomment. Or, la Régie française importe par an de l'étranger, notamment des Etats-Unis, près de 27.000 tonnes de tabac, ce qui représente plus de 800 millions de francs.

LA T. S. F. AU SERVICE DE LA SÉCURITÉ DANS LES MINES

Par C. VINOGRADOW

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ

Jusqu'ici, les mineurs installés dans les cages de descente ou de remontée des puits de mines étaient complètement isolés des services « du jour » et, par conséquent, dans l'impossibilité d'effectuer une signalisation parfois indispensable à leur sécurité. De même, au cours de la visite des puits pour leur entretien, il était impossible de signaler immédiatement les réparations urgentes. Plusieurs solutions furent successivement mises à l'épreuve, toutes fondées sur une signalisation électrique. Elles n'avaient pas encore donné de bons résultats par suite de la « liaison matérielle » qu'il était nécessaire d'établir avec la cage en mouvement. Aussi s'est-on adressé récemment aux ondes hertziennes pour servir de trait d'union entre le mineur dans le puits et la salle des machines d'extraction au jour. Un système très simple a été imaginé dans ce but. Un petit appareil émetteur étant situé dans la cage, les ondes émises sont captées par une sorte de cadre constitué par une grande boucle en fil d'acier descendant jusqu'au fond du puits. Les signaux émis sont ainsi transmis à un amplificateur de T. S. F., et le machiniste est alors immédiatement prévenu (par l'intermédiaire d'un haut-parleur) de tous les incidents du voyage souterrain.

ISOLÉS dans leurs cages montant et descendant dans les puits, les mineurs se trouvent parfois dans des situations délicates, qu'un manque de liaison avec le machiniste risque d'aggraver. Il est donc très intéressant pour eux d'avoir à leur disposition la possibilité de communiquer avec l'extérieur.

D'une part, en effet, l'examen détaillé des parois, les réparations du revêtement, les manœuvres comprenant les mouvements

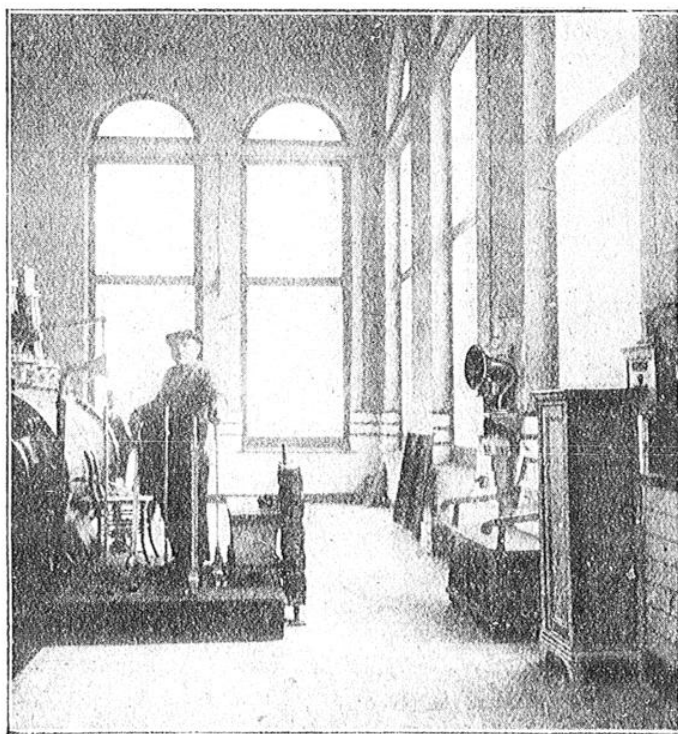


FIG. 1. — PARTIE DE LA SALLE DES MACHINES D'EXTRACTION OU SE TROUVENT, À DROITE, LE RÉCEPTEUR ET LE HAUT-PARLEUR

compliqués des cages, sont grandement facilités par une liaison continue entre le mécanicien et cette dernière. D'autre part, les accidents pouvant survenir au cours d'une descente ou d'une ascension peuvent être signalés sur-le-champ et les mesures correspondantes peuvent être prises immédiatement.

Mais, en plus de ces services, une liaison téléphonique constante et sûre entre les mineurs se trouvant dans la cage et le

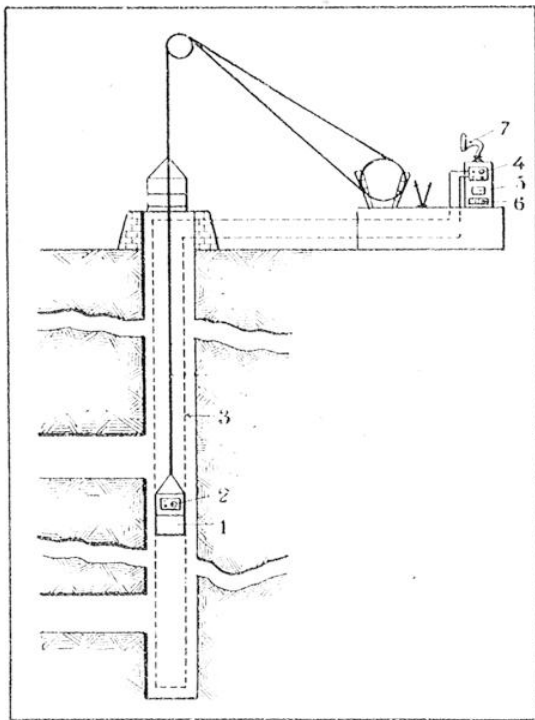


FIG. 2. — SCHÉMA D'INSTALLATION DE SIGNALISATION PAR T. S. F. DANS UNE MINE
1, cage; 2, émetteur; 3, câble de réception;
4, amplificateur-récepteur; 5, 6, accumulateurs;
7, haut-parleur.

mécanicien qui tient leur sort entre ses mains, représente une sécurité d'ordre moral également appréciable.

Plusieurs solutions ont été proposées pour résoudre ce problème, mais toutes ont été abandonnées après essais. Notons, dans cet ordre d'idées, un conducteur souple fixé au câble principal de levage; les allongements du câble principal, l'humidité du milieu, le travail continu de pliage, détériorent vite ce conducteur, dont la réparation est, évidemment, coûteuse et difficile. D'ailleurs, l'emploi de ce conducteur n'est possible qu'avec des câbles plats et impossible avec des câbles ronds. En plus, dans le cas d'une rupture du câble principal, le conducteur sera également rompu et la cage, immobilisée peut-être entre deux étages, sera privée de communication juste au moment où elle en a le plus besoin.

Les contacts glissants, genre trolley, sont également difficilement réalisables par suite de l'humidité du milieu et des mauvais contacts et isollements qui en résultent. Enfin, la liaison par T. S. F. ne peut être considérée, non plus, par suite de la com-

plication d'installation et de la fragilité de l'appareillage. Il ne faut pas oublier que ces appareils de liaison doivent être manœuvrés par les mains habituées plutôt à tenir des outils de terrassiers qu'à régler un poste émetteur ou récepteur.

Grâce à la T. S. F., les mineurs peuvent aujourd'hui correspondre avec les « service du jour »

Au cours de notre visite à l'Exposition de Liège, nous avons pu constater que cette question si difficile de liaison permanente entre la cage et la surface est enfin résolue d'une façon aussi simple qu'élégante.

L'appareil ne réalise qu'une liaison unilatérale; il transmet au mécanicien les ordres donnés par la cage. En réalité, cela suffit amplement, le contraire ne présentant pas grand intérêt, le mécanicien étant uniquement l'exécutant des ordres transmis.

L'appareil se compose de deux parties bien distinctes: l'émetteur, placé dans la cage, et le récepteur, qui se trouve dans la salle des machines.

L'émetteur est d'une grande simplicité (voir fig. 4). C'est une caissette en bois munie d'une poignée, donc portable. Elle contient (fig. 3) une batterie de piles sèches (1) et une bobine ou cadre (2) de quelques dizaines de spires isolées réunies en série avec la batterie. Le courant peut être fermé, soit à travers un vibreur (3) et une clé (4), soit par la ligne du microphone (5) et le bouton (6).

Quand on parle devant le microphone, en appuyant sur le contact, ou quand on fait fonctionner le vibreur par l'intermédiaire de la clé, un courant variable parcourt la bobine et crée un champ magnétique variable.

La partie réceptrice est constituée par un câble en acier isolé et placé sur les parois du puits de façon à former une boucle ou spire

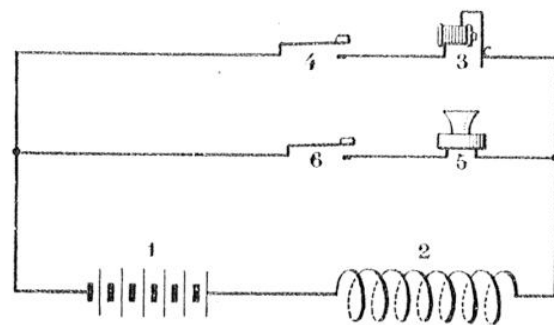


FIG. 3. — SCHÉMA DE L'ÉMETTEUR
1, piles sèches; 2, bobine; 3, vibreur; 4, clé;
5, microphone; 6, contact.

verticale. Son installation est des plus simples, car sa solidité suffit pour lui permettre de se soutenir de lui-même sur de très grandes longueurs.

Les extrémités de cette boucle sont réunies aux bornes d'entrée d'un amplificateur basse fréquence placé dans la salle des machines. L'amplificateur comporte trois lampes en cascades à liaison par des transformateurs. La grille de la première lampe est attaquée par la grande spire par l'intermédiaire d'un transformateur d'un très grand rapport de transformation. Enfin, la dernière lampe attaque un haut-parleur placé dans le voisinage immédiat du mécanicien.

La figure 2 donne le schéma de l'ensemble. On aperçoit la cage avec son émetteur, le câble formant boucle, l'amplificateur avec ses batteries d'accumulateurs et le haut-parleur.

L'ensemble fonctionne de la façon suivante : les ouvriers se trouvant dans la cage ont devant eux l'appareil émetteur, dont la vue extérieure est donnée par la figure 4. Supposons que, pendant le transfert du personnel et pour une cause quelconque, on veuille donner un signal au machiniste ; il suffit, pour cela, que l'ouvrier le plus proche de la boîte lève son bras et appuie sur le bouton se trouvant sous la boîte. Le courant, haché par le vibreur, parcourt la bobine et induit le courant dans la grande spire. Ce courant est amplifié par l'amplificateur. Le haut-parleur réuni à ce dernier reproduit le signal, que le machiniste entend comme un

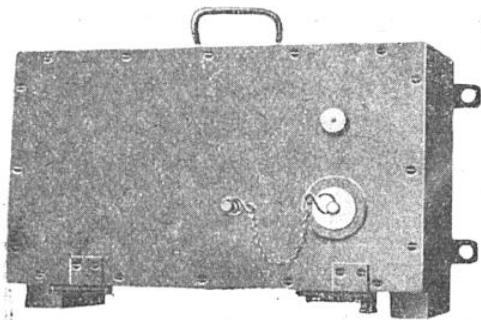


FIG. 4. — ENSEMBLE DE L'ÉMETTEUR PLACÉ DANS LA CAGE DE DESCENTE DU PERSONNEL

son de trompe suffisamment fort pour être perçu même au milieu des bruits des machines (fig. 5). De cette façon, la cage peut transmettre aux machines tous les signaux usités normalement dans la signalisation minière.

Si, maintenant, de plus amples indications sont nécessaires, l'ouvrier de la cage appuie sur le bouton placé sur le devant de l'appareil et parle devant le microphone. Les paroles dites dans la cage sont reproduites par le haut-parleur du machiniste. La communication téléphonique faisant généralement suite à des communications par vibreur, le mécanicien l'entend parfaitement, d'autant plus que les communications verbales ont lieu généralement lorsque les machines sont arrêtées.

Le système décrit présente une robustesse à toute épreuve. D'un maniement aisé, son usage est à la portée de l'ouvrier le moins habile. Facilement transportable, l'appareil émetteur peut être retiré de la cage pendant le transport du matériel ou des wagonnets, donc être mis à l'abri de tout accident. Les parties les moins robustes de l'installation se trouvent groupées et enfermées dans une armoire (fig. 6) placée dans la chambre des machines, facilement accessible, où elles peuvent être contrôlées à chaque instant.

Réalisé depuis peu de temps, cet appareil est déjà installé dans plusieurs charbonnages et entreprises minières et donne entière satisfaction.

C. VINOGRADOW.

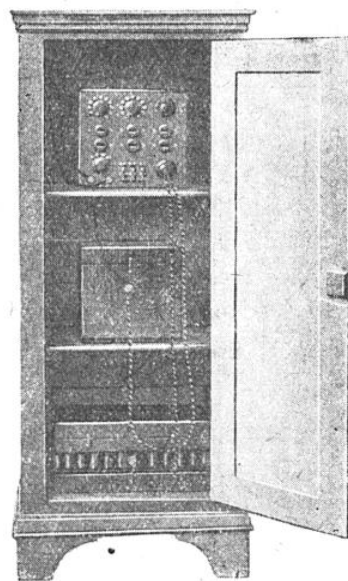


FIG. 5. — L'ARMOIRE RÉCEPTRICE-AMPLIFICATRICE

« La politique du monde est menée par quelques découvertes scientifiques et leurs applications. »

Exemple : le pétrole.

PASTEUR.

LA MUSIQUE DE L'AVENIR SERA-T-ELLE RADIOÉLECTRIQUE ?

Par E. WEISS

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

Depuis les expériences faites à Paris, en 1927, par les ingénieurs russes Theremin et Goldberg (1) sur l'électrification de la musique, de nombreux techniciens ont poursuivi systématiquement l'étude de l'instrumentation ou plus simplement de la musique radiophonique. Dès cette époque, l'ingénieur français Givelet avait, de son côté, étudié un piano électrique, qui fonctionna au Grand Palais des Champs-Élysées. Aujourd'hui, ses efforts, joints à ceux de M. Coupleux, ont abouti à la réalisation d'un orgue radiophonique, dont les récentes auditions ont montré qu'il pouvait rivaliser avec les orgues à tuyaux sonores. Déjà une église récemment construite dans la région parisienne a commandé cet orgue ultra-moderne.

Le principe de la musique électrique est simple

ON sait que la lampe à trois électrodes (2), bien connue de tous les sans-filistes peut, suivant la façon dont elle est utilisée, fonctionner comme amplificatrice de courant, comme détectrice ou comme émettrice de courants de fréquence et d'amplitude constantes. Cette fréquence pouvant être réglée à volonté en faisant varier les valeurs de la self-induction et de la capacité formant le circuit oscillant intercalé dans le circuit de la lampe, il est évidemment possible de la rendre égale à celle correspondant à une note musicale quelconque. Tel est le principe de la musique radioélectrique.

Les courants ainsi fournis par la lampe sont dirigés par fils ou envoyés au moyen d'une antenne. Dans le premier cas, ils sont reçus dans un haut-parleur précédé de lampes amplificatrices. Dans le second cas, on utilise un poste de réception comme ceux dont on se sert en T. S. F. De toute façon, un haut-parleur donne la note musicale correspondant à la fréquence des oscillations de la lampe.

Le premier brevet sur la question date de 1915. Il est dû à Lee de Forest, qui trouva là une application curieuse de la lampe à électrodes multiples qu'il avait inventée. Il fallut cependant près de dix ans avant de voir apparaître des instruments de musique radiophoniques plus ou moins pratiques. Successivement, Thérémín, Bertrand, Mar-

tenot, Péchadre réalisèrent des combinaisons ingénieuses sous des formes très différentes, mais qui, au fond, sont toutes basées sur le même principe ou presque ; l'originalité d'un appareil semble alors plus apparente que réelle.

Tous les instruments de ce genre ne peuvent émettre qu'une seule note à la fois ; on règle, évidemment à volonté, la tonalité du son obtenu, on en change même le timbre par le dosage et le filtrage des courants formant harmoniques.

Il n'y avait pas, jusqu'à présent, d'instruments musicaux à lampes, qui, analogues au piano ou à l'orgue, fussent susceptibles d'émettre, au moyen de lampes, plusieurs notes simultanées, afin de réaliser des accords et de reproduire les œuvres musicales destinées à des instruments à clavier.

L'inventeur de l'instrument radiomusical complet est l'ingénieur A. Givelet, dont les premiers essais datent de 1918. Il produisit seulement plusieurs années après, un clavier à lampes. C'est en 1927, en effet, que le premier piano radioélectrique actionna des haut-parleurs au Grand Palais. Ces premiers essais ont été une école merveilleuse pour l'inventeur, qui, finalement, en unissant ses efforts à ceux de M. Coupleux, vient de réaliser un orgue radioélectrique qui fait merveille, et qui a étonné, lors de sa présentation récente, les savants de l'Académie des Sciences.

La réalisation de l'orgue radiophonique est très délicate

Si le principe du circuit oscillant est élémentaire, la combinaison de plusieurs d'entre

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

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 125, page 365.

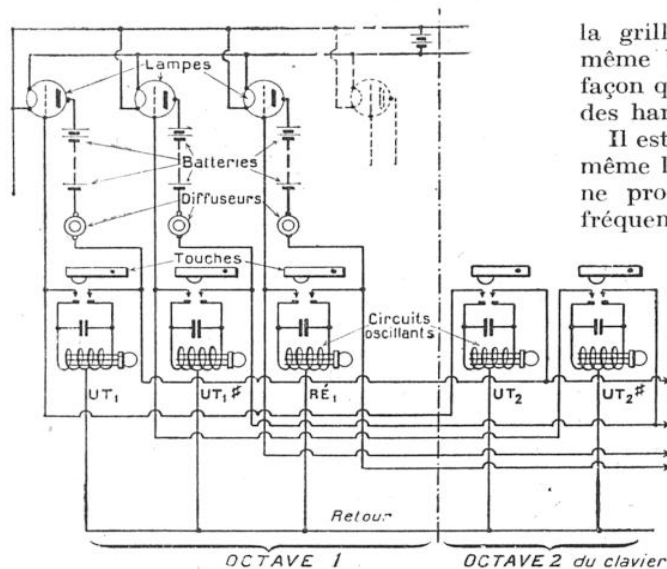


FIG. 1. — SCHÉMA ÉLECTRIQUE DE L'ORGUE RADIO-PHONIQUE MONTRANT LES CIRCUITS OSCILLANTS DES LAMPES CORRESPONDANT A CHAQUE TOUCHE DU CLAVIER

eux, commandés par des touches, pose des problèmes difficiles à résoudre.

C'est que les courants musicaux sont accompagnés de plusieurs harmoniques. Il se produit alors des interférences d'un effet déplorable s'il existe la plus légère différence de fréquence entre deux harmoniques, qui, bien que provenant de deux notes différentes, devraient, en principe, être rigoureusement identiques. Des battements à basse fréquence décèlent l'interférence, et il en résulte un bourdonnement fort désagréable.

Afin d'éviter cet inconvénient, on calcule le rapport entre la self-induction et la capacité des circuits, ou bien on couple les circuits de plaque et de grille, ou on polarise

la grille. Toutes ces combinaisons ont le même but : faire fonctionner la lampe de façon que les courants musicaux n'aient que des harmoniques de faible amplitude.

Il est indispensable aussi qu'un dérèglement, même léger, dans l'alimentation des lampes ne produise pas de changement dans la fréquence. On y arrive en prenant des lampes d'une grande résistance intérieure, de manière que la variation de cette résistance n'occasionne que des changements inappréciables de la fréquence. On fait agir également des filtres (1) qui ne laissent passer que les courants musicaux de fréquence élevée, et qui, par conséquent,

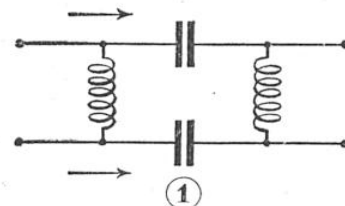


FIG. 3. — SCHÉMA DES FILTRES ÉLECTRIQUES

1, filtre arrêtant les courants basse fréquence ; 2, filtre arrêtant les courants haute fréquence.

arrêtent ceux provenant des interférences entre les harmoniques.

Bien entendu, en principe, on devrait avoir une lampe et un circuit oscillant par note, mais s'il s'agit d'un orgue, la quantité de lampes et de circuits

devient considérable. Il faut donc obvier à cet inconvénient au moyen de combinaisons spéciales.

La première qui se présente consiste à monter, après une octave, un doubleur de fréquence, mis en circuit automatiquement par le jeu des touches et fournissant ainsi des notes de l'octave supérieure au moyen des lampes de l'octave inférieure.

Les inventeurs ont songé également à des lampes multiples ayant par exemple un filament unique et un très grand nombre de groupe-

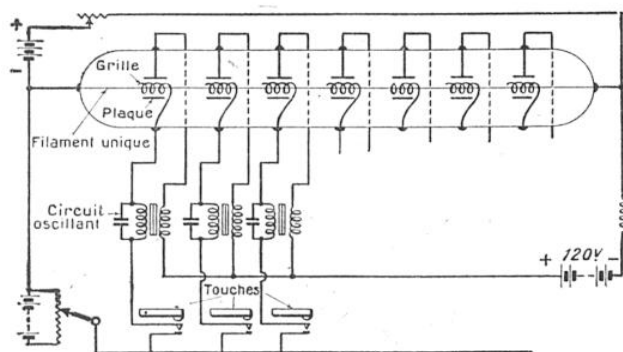


FIG. 2. — UNE LAMPE A PLUSIEURS GRILLES ET PLAQUES, PEUT ÊTRE UTILISÉE POUR L'ORGUE RADIOÉLECTRIQUE

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 160, page 306.

ments grille-plaque. Mais le procédé le plus élégant, celui qui est d'ailleurs appliqué, est basé sur les remarques suivantes :

Un exécutant ne peut desservir en même temps, avec une seule main, qu'un intervalle déterminé du clavier. Pour simplifier, on ramène cet intervalle à celui d'une octave. Ainsi, la main de l'exécutant ne pourra jouer une note déterminée, le *sol* par exemple, que sur une seule octave à la fois.

Dans ces conditions, si l'on adopte la gamme des organistes avec les notes accidentées, il faudra douze lampes pour l'octave type. On aura ensuite, pour chaque touche du clavier, un circuit oscillant correspondant à la fréquence de la note voulue.

Prenons un exemple, et considérons la lampe qui sert au *do* de l'octave type. Une touche d'un *do* quelconque du clavier, en s'abaissant, branchera sur cette lampe des *do*, le circuit oscillant correspondant à la touche abaissée, c'est-à-dire celui qui donnera le *do* de l'octave considérée.

Nous aurons également, pour reproduire les sons, douze haut-parleurs montés sur un ou plusieurs panneaux, chacun d'eux étant affecté à l'une des lampes. Le haut-parleur des *do*, par exemple, fonctionnera à la tonalité voulue, lorsqu'on actionnera l'une quelconque des touches *do* du clavier.

Le schéma (fig. 1) montre les circuits oscillants constitués par une capacité et une bobine de self à noyau réglable permettant de faire l'accord. Chaque lampe a son diffuseur et sa batterie de plaque, bien qu'une combinaison spéciale permette l'emploi d'une seule batterie pour toutes les lampes. Dans

les groupements de touches suivant les octaves, on voit nettement que la mise en jeu d'une touche quelconque a pour effet de brancher le circuit oscillant correspondant sur la lampe qui est affectée à la même note dans toutes les octaves du clavier.

Comment on fait varier le timbre des sons émis

Des combinaisons également très originales

permettent, d'une part, de faire varier le timbre, d'autre part, de changer l'attaque de la note.

Pour les variations de timbre, on peut agir de différentes manières sur les caractéristiques du circuit oscillant, mais de façon que le produit de la self-induction par la capacité reste constant pour ne pas modifier la fréquence. Si l'on choisit une forte valeur de self, on obtient un grand nombre d'harmoniques, et le timbre rappelle celui des sons du violon, riches

en harmoniques. Le contraire a lieu si l'on choisit une grande valeur de capacité : le timbre n'a que peu d'harmoniques, le son se rapproche de celui de la flûte presque sans harmonique.

On règle ces changements au moyen de commutateurs avec les timbres divers usités pour l'orgue : voix céleste, voix humaine, etc., à la disposition de l'exécutant.

Il y a également d'autres façons de faire varier le timbre, par exemple en utilisant des filtres spéciaux, en changeant la polarisation de la grille, en produisant des notes faibles jouant le rôle d'harmoniques, etc.

En particulier, l'action du filtre se fait de la façon suivante : si des capacités sont

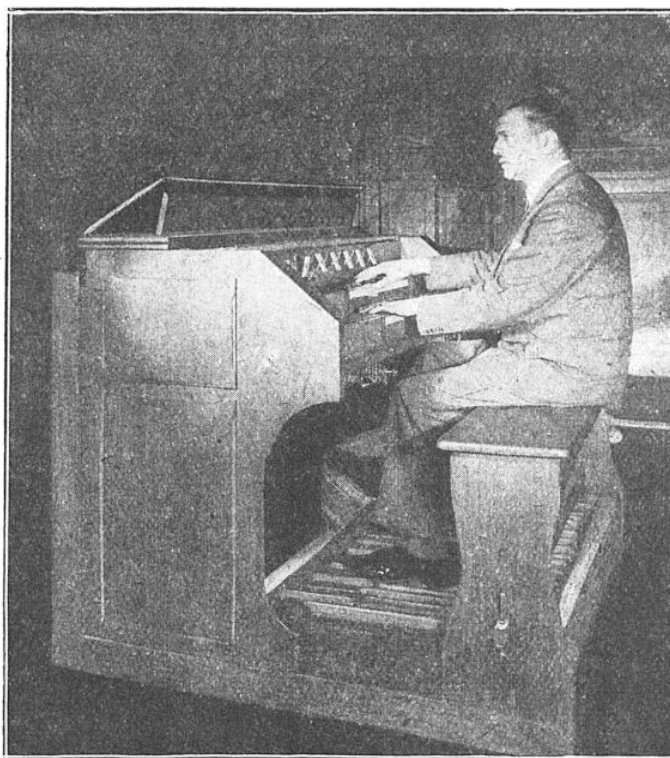


FIG. 4. — M. COUPLEUX AU CLAVIER DE L'ORGUE RADIOÉLECTRIQUE DE M. GIVELET

montées dans les branches horizontales du filtre, les courants de haute fréquence, c'est-à-dire les harmoniques supérieurs, passent facilement. L'inverse a lieu, si ce sont les selfs qui sont montées dans les branches horizontales du filtre. On conçoit qu'au moyen de commutateurs, on puisse passer complètement ou partiellement d'une combinaison à l'autre.

La variation de l'attaque des sons est extrêmement importante dans le jeu de l'orgue radioélectrique, et si l'on agit encore là de façon diverse, tout revient à ce que la lampe commence à osciller très progressivement, ce qui donne une attaque lente du son, ou au contraire, à ce que les oscillations se déclenchent brusquement, afin de réaliser l'attaque brutale.

On obtient cela, par exemple, au moyen d'un filtre de sortie dont la bobine de self a des valeurs relatives de self et de résistance ohmique telles que le courant filament-plaque s'établisse lentement ou brusquement dans la lampe. Dans le premier cas, la self sera très grande et la résistance petite ; dans le second cas, ce sera l'inverse.

On soupçonne donc combien la mise au point d'un instrument aussi délicat a pu nécessiter de recherches, car on agit sur des valeurs souvent fugaces et fantasques. Les inventeurs ont été grandement récompensés de leur peine par les résultats obtenus.

L'orgue radioélectrique, en effet, fournit absolument les mêmes sons que celui d'un orgue à tuyaux. De plus, son grand avantage est de ne pas avoir d'inertie ; il peut fonctionner sans retard. Le courant électrique est immédiatement lancé dès que la touche donne le contact, et l'on n'a pas à

tenir compte, comme dans l'orgue acoustique, de la mise en route des vibrations d'une colonne d'air. La rapidité de l'exécution est ici telle qu'il est possible de donner l'illusion des instruments à cordes pincées.

La commodité d'emploi des haut-parleurs, peu encombrants, la facilité des liaisons électriques et des installations rendent possibles des combinaisons extrêmement curieuses.

Le même orgue, en effet, dont les touches sont muettes par elles-mêmes, commandera

à une distance quelconque des panneaux de haut-parleurs. Au moyen d'un commutateur à la disposition de l'organiste, les courants musicaux peuvent être distribués à l'un ou à l'autre panneau, et on réalise alors une quantité presque sans limite d'orgues-échos, dans une grande nef.

L'intensité se règle par une pédale, le changement de timbre par des commutateurs à dominos. Devant l'organiste, un pé-

dalier commande les basses. L'intérieur du meuble abrite les bobines et les condensateurs, tandis qu'à sa partie supérieure sont montées les lampes oscillatrices suivies des étages inévitables d'amplification.

C'est évidemment l'aurore d'une révolution complète dans la production de la musique d'église et de concert, car le nouvel instrument est d'une souplesse merveilleuse et d'une économie d'établissement très importante.

Sans pouvoir dire que l'orgue à tuyaux est, dès maintenant désuet, il apparaît déjà, au dire des professionnels, que l'orgue électrique sera, dans l'avenir, le seul adopté pour ce genre d'exécutions musicales, comme étant le plus parfait à tous les points de vue.

E. WEISS,

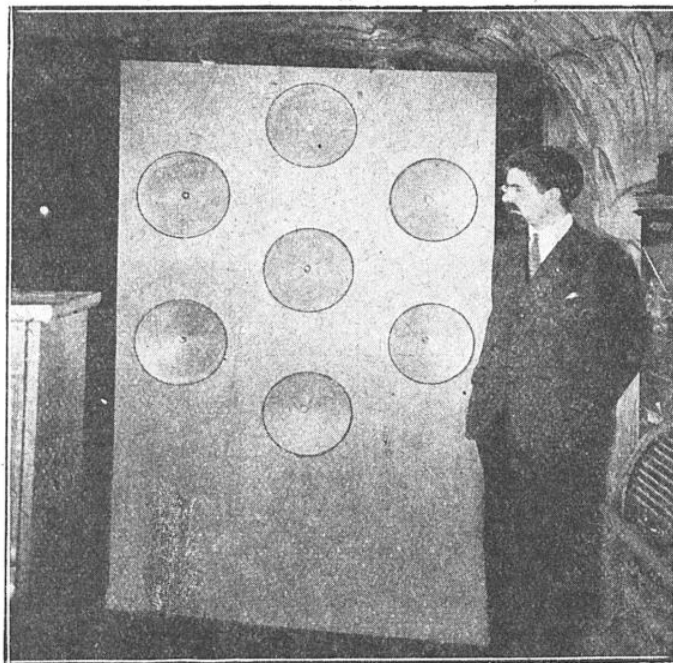


FIG. 5. — M. GIVELET A CÔTÉ D'UN PANNEAU DE DIFFUSEURS DE L'ORGUE RADIOÉLECTRIQUE

LE CARBURATEUR CHIMIQUE PERMET D'UTILISER L'HUILE LOURDE SUR LES MOTEURS A EXPLOSION

Par Jean MARTON

IL y a environ une dizaine d'années que l'on se préoccupe en France, de libérer le moteur d'automobile de la nécessité de fonctionner à l'essence. Certes, l'essence de pétrole, le plus répandu des carburants « légers », présente d'incontestables avantages — qui, d'ailleurs, proviennent surtout de la construction même des moteurs, étudiés spécialement pour ce carburant. En effet, l'émission facile à la température ordinaire de vapeurs abondantes miscibles à l'air, a permis de mettre au point des carburateurs simples, dont le fonctionnement absolument sûr, est un des facteurs du développement de l'automobile et de l'aviation.

Mais, comme toute médaille a son revers, la proportion de produits légers contenus dans les pétroles naturels n'est jamais considérable (quand elle n'est pas pratiquement nulle), et il y a longtemps qu'on serait incapable de faire tourner la majeure partie de nos moteurs, si la chimie moderne n'avait réussi à tirer, des parties peu ou pas volatiles de ces pétroles, des éléments plus légers qui, sans être identiques aux essences obtenues autrefois par simple distillation, émettent néanmoins assez de vapeurs et s'allument avec une facilité suffisante aux basses températures, pour être utilisables dans nos

carburateurs. Les divers procédés de « cracking » (1) fournissent ainsi la majeure partie de l'essence employée actuellement.

Les pétroles bruts, soumis à la distillation fractionnée, se séparent approximativement en : gazolines ou essences légères ; huiles lampantes ou pétrole commun ; gas oils ; fuel oils ; produits plus épais, arrivant aux huiles de graissage ; graisses plus ou moins constantes, paraffines.

Les gas oils, ou huiles à gaz, sont ainsi

appelés parce qu'avant le règne de l'électricité, on en extrayait des gaz, pourvus d'un haut pouvoir calorifique, qu'on pouvait comprimer dans des récipients de faibles dimensions et utiliser pour l'éclairage et le chauffage. Ce sont eux, également, qui donnent aujourd'hui l'essence et qui subissent l'opération du cracking. Celle-ci a donc comme

résultat : la formation de produits gazeux ou très volatils (essences), avec un résidu de charbon très pur et d'huiles non « crackables » qui peuvent, du reste, être utilisées comme combustibles dans les moteurs Diesel. On n'obtient guère que 50 % d'essence en traitant ainsi les gas oils ; les fuel oils ne sont pas, jusqu'à présent, justiciables de ce traitement.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 126, page 485.

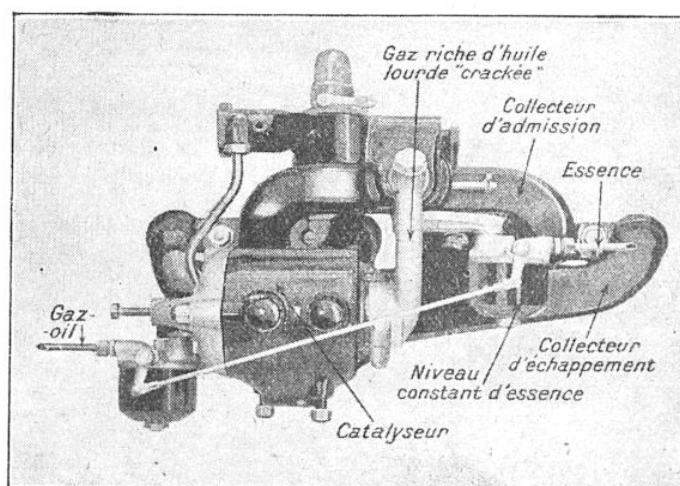


FIG. 1. — VUE D'ENSEMBLE DU CARBURATEUR CHIMIQUE « CATALEX » QUI PERMET L'EMPLOI DES HUILES LOURDES SUR LES MOTEURS ORDINAIRES A EXPLOSIONS A ESSENCE

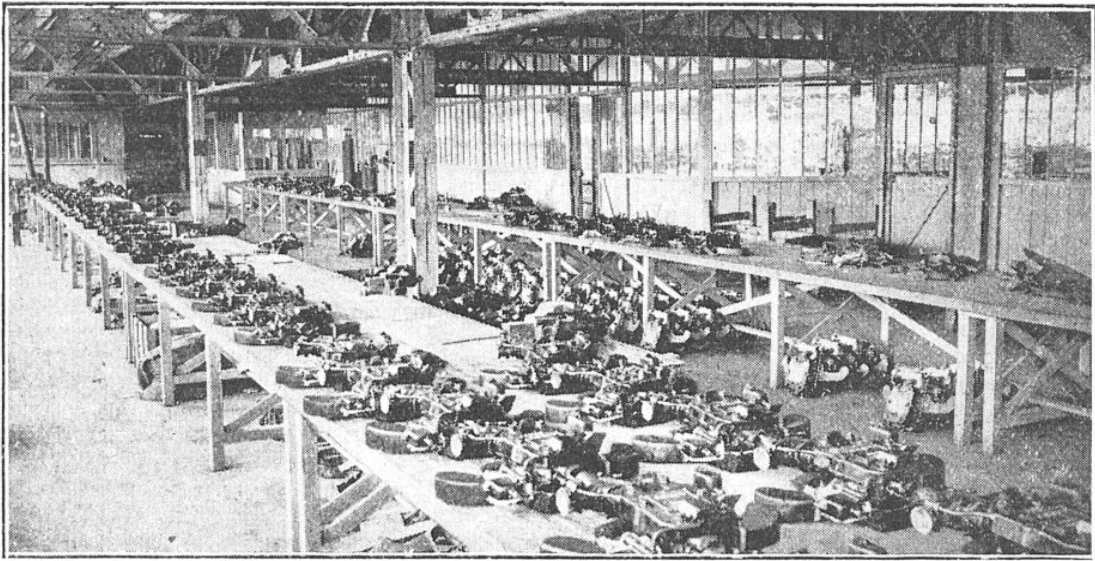


FIG. 2. — UNE CHAÎNE DE MONTAGE DU CARBURATEUR CHIMIQUE PENDANT SA FABRICATION

Dans le langage courant, on groupe sous le nom d'huile lourde, les gas oils et les fuel oils ; on voit, par ce qui précède, combien cette classification est sommaire. L'étude des propriétés physiques (densité, point d'ébullition, d'inflammation, etc...) et chimiques conduirait, au contraire, à les distinguer beaucoup plus nettement. Les gas oils sont notablement plus légers que les fuel oils : ce sont les plus légères des huiles lourdes.

L'essence est un combustible de luxe ; sa commodité d'emploi lui assure un avenir encore considérable pour l'automobilisme, du moins pour le tourisme. Elle est trop coûteuse pour l'industrie des transports et pour l'agriculture. En outre, elle présente, du fait même de son évaporation si facile, de graves inconvénients : dangers d'incendie, pertes par évaporation, surtout dans les

régions à température élevée (colonies, par exemple, où elle est déjà très coûteuse par elle-même).

Aussi y a-t-il longtemps déjà qu'on a essayé d'employer les parties les moins volatiles des pétroles. On a songé, tout d'abord, aux huiles lampantes (ainsi nommées, parce qu'elles servaient à l'éclairage domestique, dans les lampes). A côté d'inconvénients spéciaux (volatilité insuffisante, même après réchauffage, encrassement rapide des moteurs, fumées, dilution des huiles de graissage, tendance au cognement, etc.), l'élévation

rapide du prix des huiles lampantes, qui coûtent maintenant sensiblement le même prix que l'essence, a enlevé tout intérêt à leur utilisation industrielle.

Néanmoins, leur emploi, très temporaire, a eu l'avantage de donner naissance à des carburateurs spéciaux, à réchauffage intense du com-

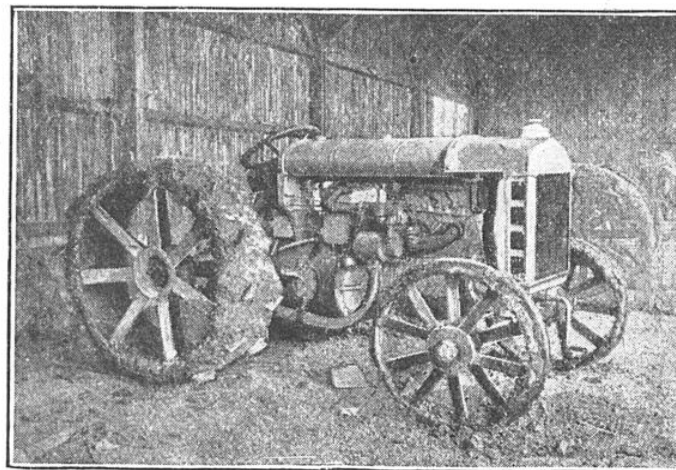


FIG. 3. — UN TRACTEUR AGRICOLE A MOTEUR ÉQUIPÉ AVEC UN CARBURATEUR « CATALEX »

bustible. Les simples réchauffeurs n'ont toutefois pas donné de résultats suffisants avec le pétrole, encore moins avec les gas oils, auxquels on a naturellement pensé dès que les pétroles lampants sont devenus trop coûteux.

Les gas oils sont produits en abondance. S'ils sont encore peu employés, c'est qu'on n'a su les utiliser, jusqu'à présent, qu'avec des moteurs spéciaux, moteurs Diesel ou semi Diesel, très différents du moteur à essence (1). Tout ce qui roule actuellement avec un moteur à essence semblait donc condamné à ne pas utiliser d'autre combustible.

Puisque le réchauffage pur et simple se montre inefficace, vis-à-vis du pétrole, et plus encore du gas oil, est-il possible de remédier à son insuffisance, d'éviter les dépôts de charbon, d'assurer à tous les régimes la vaporisation complète du combustible, sans qu'il subsiste aucune de ces affreuses gouttelettes qui, incapables de brûler, se condensent sur les parois du cylindre et du piston, forment sur les parties les plus chaudes un enduit tournant bientôt à la calamine, et sur les plus froides, une pellicule de liquide qui, forçant les segments les mieux ajustés, va bientôt se mélanger, dans le carter, à l'huile de graissage qu'elle a tôt fait de mettre à mal ?

Non, si l'on ne fait intervenir que des actions purement physiques, telles que la vaporisation ; oui, si l'on met en même temps en jeu des phénomènes chimiques. Comme ces derniers, au nombre desquels se range la catalyse (2), nécessitent une température déterminée, il faudra réchauffer, mais on réchauffera une paroi de nature spéciale, constituée par un alliage en proportions choisies, de métaux pourvus d'ém-

nentes propriétés catalysantes. Et tandis qu'avec les réchauffeurs, si répandus aujourd'hui, le gas oil vaporisé peut être intégralement reconstitué par simple refroidissement, avec le « carburateur chimique Catalex », un refroidissement à 40 degrés au-dessous de zéro ne donne qu'un infime produit de condensation, ne ressemblant en rien au gas oil primitif.

On voit donc qu'en dépit des apparences extérieures, et malgré l'emploi des gaz

d'échappement pour porter à la température voulue les parois catalysantes, ainsi que l'obligation de fonctionner quelques minutes à l'essence, avant de passer au gas oil, le carburateur chimique n'a rien de commun avec les simples échauffeurs.

En fait, n'importe quel moteur à essence peut être adapté à la marche au gas oil, par simple substitution

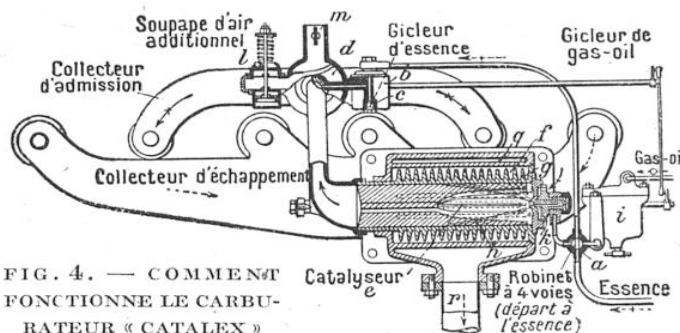


FIG. 4. — COMMENT FONCTIONNE LE CARBURATEUR « CATALEX »

Le robinet a est disposé ici pour le départ à l'essence. Celle-ci se rend par le niveau constant b et le gicleur c dans le mélangeur d. Lorsque le catalyseur e est assez chauffé par le gaz d'échappement circulant dans l'espace f, on tourne a pour isoler b et passer à la marche au gas oil. Les ailettes favorisent les échanges de chaleur. Le gas oil arrive par le niveau constant i et à un gicleur et se trouve émulsionné par l'air primaire aspiré à travers les trous k. L'émulsion passe dans le catalyseur et le gaz primaire formé grâce aux réactions et à la préoxydation est mélangé en d à l'air secondaire admis par l et l'orifice m de réglage. L'échappement se fait par r.

du carburateur Catalex au carburateur d'origine ; la transformation ne dure que le temps nécessaire pour démonter ce dernier et mettre l'autre en place. Aussitôt on lance à l'essence et, dix minutes plus tard, on tourne un robinet qui supprime l'arrivée d'essence et ouvre celle du gas oil. Et l'on fonctionne ainsi à peu près indéfiniment, même à puissance réduite et, au besoin, au ralenti, sans fumées à l'échappement, sans encrassement du moteur. La perte de puissance, sensible avec le pétrole lampant, est pratiquement nulle.

Au point de vue économique, de nombreuses expériences effectuées à la station d'essais de machines du ministère de l'Agriculture, par le Comité central de Culture mécanique, aux laboratoires de l'Ecole de Grignon, etc., ont montré que ce carburateur, en autorisant l'emploi d'un carburant bon marché, permettait de réduire les frais d'exploitation des transports automobiles ou des labours mécaniques. J. MARTON.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 131, page 424.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 112, page 300.

COMMENT EST RÉALISÉ UN MICROSCOPE MODERNE

Par Jean MARIVAL

APPAREIL d'optique très ancien, puisqu'on attribue son invention au Hollandais Zacharie Jansen (1590), le microscope destiné à examiner les objets de petites dimensions, a reçu, depuis sa création, des perfectionnements très importants qui l'ont amené à un remarquable degré de perfection.

Le système optique du microscope est, en principe, très simple : un objectif donne de l'objet à examiner une image agrandie ; cette image, on la regarde, non directement, mais à travers un oculaire qui l'agrandit encore. Cependant, pour obtenir les grossissements auxquels on parvient aujourd'hui (plus de deux mille) tout en conservant à l'appareil la luminosité nécessaire et en évitant les déformations des images, les choses ne vont pas aussi simplement.

Il est évident, par exemple, qu'une image dont les dimensions linéaires sont deux mille fois plus grandes que celles de l'objet ne recevra, par unité de surface, qu'une quantité de lumière quatre millions de fois inférieure à celle qui éclaire la même unité de surface que l'objet. D'où la nécessité d'éclairer très fortement l'objet à examiner.

De plus, tous les défauts des lentilles se trouvent exagérés par ces forts grossissements. Un bon microscope doit donc posséder un système optique impeccable.

Au point de vue mécanique, il faut aussi une grande précision, car la mise au point doit être faite avec une exactitude absolue sous peine de ne rien voir.

Or, le microscope est certainement, parmi les instruments d'optique, celui qui a donné naissance aux découvertes qui ont le plus influé sur la vie moderne.

Il suffit de citer deux exemples, l'étude de la structure interne des métaux qui a transformé la métallurgie moderne et les études bactériologiques, sans lesquelles la médecine n'aurait progressé qu'en aveugle. C'est grâce au progrès de la technique du microscope (éclairage d'Abbe, objectif à immersion, objectif apochromatique (1), ultramicroscopie, etc.), que les savants ont eu à leur disposition un appareil vraiment scientifique.

Afin d'exposer ici ces perfectionnements qui, depuis bientôt cinquante ans, ont révolutionné la technique du microscope, nous

avons demandé à la maison Zeiss, dont le nom fait autorité en matière d'optique, de tracer pour nos lecteurs, en quelque sorte, l'historique scientifique du microscope.

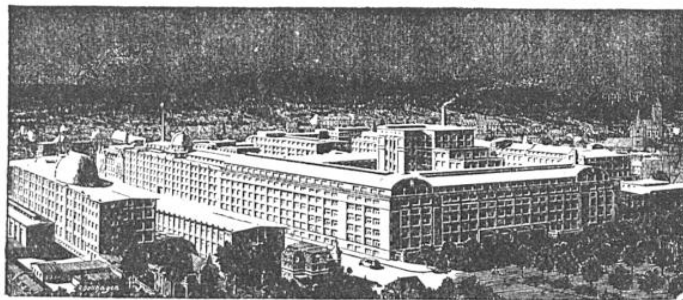
Comme dans toute découverte, nous

retrouvons, au début, une part de hasard. C'est, en effet, à l'heureuse rencontre de Zeiss, petit artisan mécanicien, du physicien Abbe et du maître verrier Schott, que l'on doit l'origine de la conception vraiment scientifique du microscope. Grâce aux calculs du physicien, grâce à la création de verres spéciaux par le maître-verrier, grâce à la précision du travail du mécanicien, l'établissement du microscope devient un problème de science qui succédera aux méthodes assez empiriques d'autrefois.

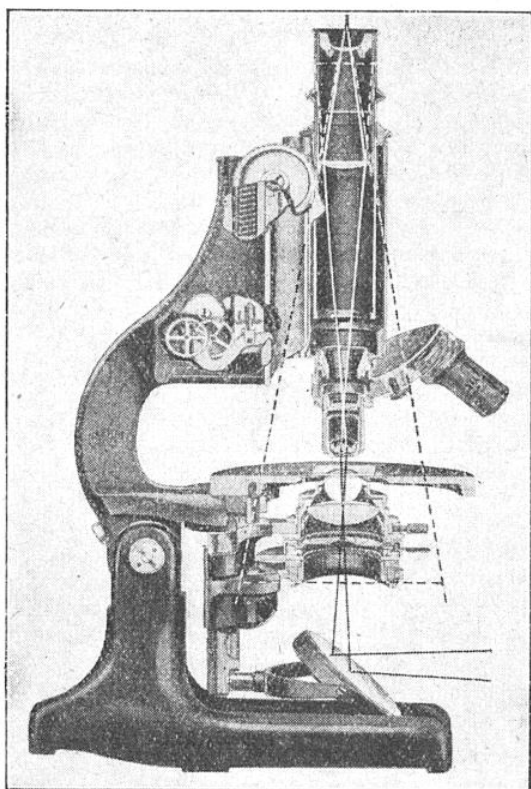
L'éclairage oblique d'Abbe et les objectifs à immersion

Viennent ensuite les perfectionnements que nous avons signalés : en 1872, Abbe crée l'appareil d'éclairage qui a conservé son nom. Cet éclairage a acquis une importance considérable, non seulement pour l'observation

(1) Champ étendu, grande profondeur de foyer.

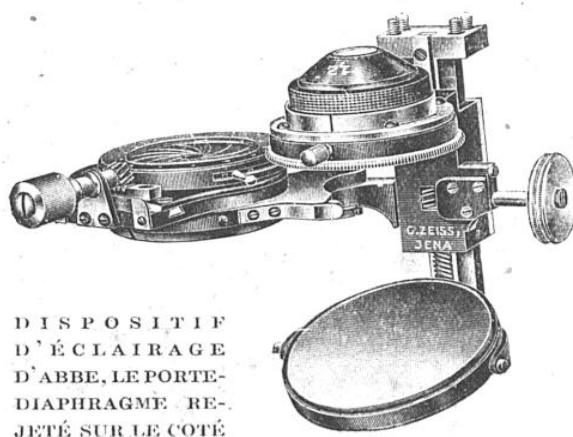


VUE GÉNÉRALE DES USINES ZEISS

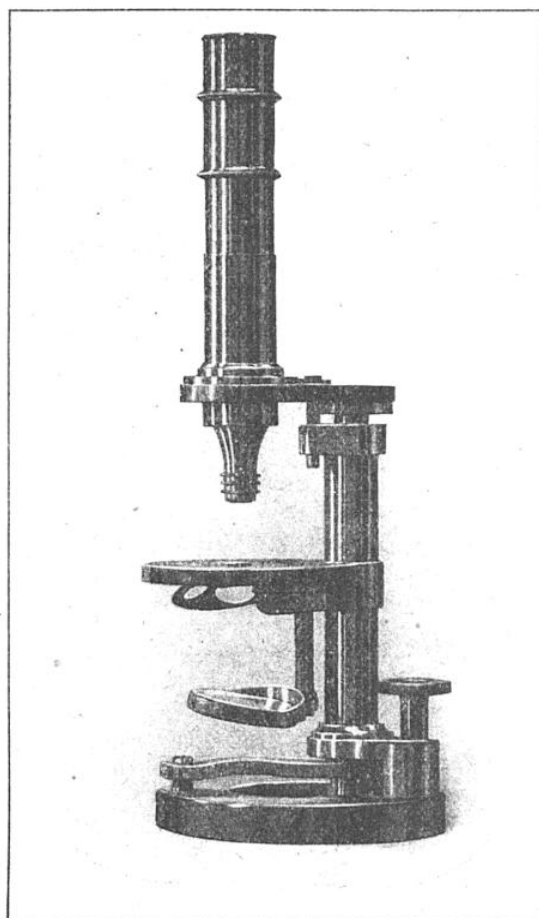


MARCHE DES RAYONS LUMINEUX DANS UN MICROSCOPE

directe, mais encore pour la microphotographie et la microprojection. Son principe est simple : le diaphragme à iris, placé en dessous du condensateur de lumière, peut être déplacé excentriquement de manière à réaliser un éclairage oblique particulièrement utile pour l'examen des corpuscules à structure très fine. Il permet aussi, dans certaines



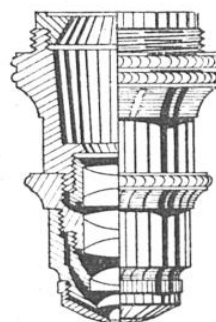
DISPOSITIF D'ÉCLAIRAGE D'ABBE, LE PORTE-DIAPHRAGME REJETÉ SUR LE CÔTÉ



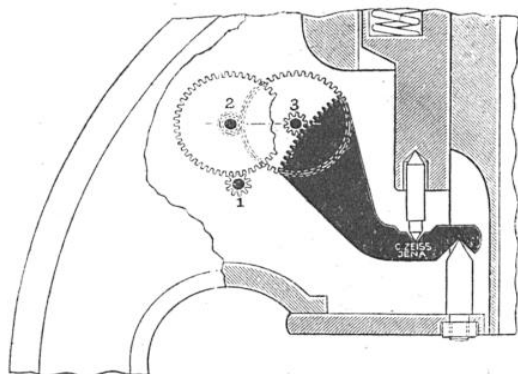
UN ANCIEN MICROSCOPE DE 1859

conditions, de doubler le pouvoir séparateur des objectifs.

En 1878, création des objectifs à immersion. Afin d'éviter les réflexions des rayons lumineux, sur la première face de l'objectif, on intercale une goutte d'un liquide dont l'indice de réfraction est égal à celui des lentilles et des lamelles entre lesquelles se trouve l'objet à examiner (huile de cèdre). Ainsi, la lumière ne subit aucune dérivation et aucune perte de lumière ne se produit. L'objectif à immersion, qui a fait faire un grand pas à la micrographie, donne donc une image très lumineuse et permet d'accroître le champ de l'appareil.



OBJECTIF APO-CHROMATIQUE A IMMERSION (10 LENTILLES)



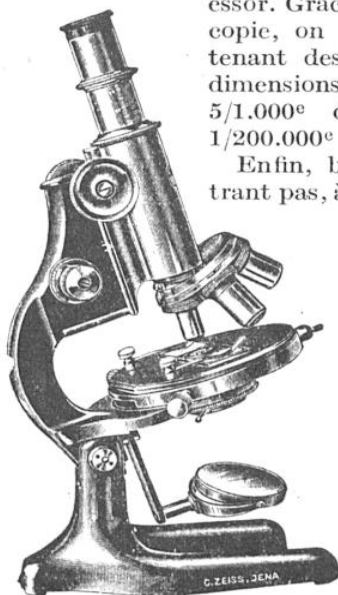
MÉCANISME DU MOUVEMENT LENT D'UN MICROSCOPE ZEISS MODERNE

**L'ultramicroscopie
permet l'observation d'objets
de $1/200.000^{\text{e}}$ de millimètre**

Au cours des années suivantes se placent quelques perfectionnements particuliers et nous arrivons, en 1902, à l'ultramicroscopie. Son emploi s'est aujourd'hui généralisé pour l'observation d'objets de très petites dimensions (fraction de micron (1). On a recours, pour cela, à un procédé spécial d'illumination qui fait apparaître les particules infinitésimales sous la forme de points brillants se détachant sur fond noir, rappelant souvent les constellations d'une belle nuit d'été. L'ultramicroscopie est devenue essentielle pour les examens bactériologiques et la science des colloïdes (2) lui doit son bel

essor. Grâce à l'ultramicroscopie, on peut voir maintenant des objets dont les dimensions n'excèdent pas $5/1.000^{\text{e}}$ de micron, soit $1/200.000^{\text{e}}$ de millimètre !

Enfin, bien que ne rentrant pas, à proprement parler, dans le domaine de la technique du microscope, il faut signaler l'innovation heureuse créée par Zeiss pour rendre plus facile le choix d'un tel appa-



MICROSCOPE DE 1926

(1) Le micron vaut $1/1.000^{\text{e}}$ de millimètre.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 146, page 119.

reil. Jusqu'ici, en effet, objectifs et oculaires étaient simplement désignés par des nombres arbitraires qui exigeaient le report à des tables pour en connaître le grossissement. Aujourd'hui, au contraire, les lentilles sont désignées par leurs grossissements respectifs. Il suffit, par exemple, de prendre un objectif achromatique 40 X et un oculaire Huygens 10 X, pour obtenir, par leur combinaison, un microscope grossissant quatre cents fois, linéairement. Cette transformation, en apparence simple, a exigé le calcul de tous les nouveaux objectifs et oculaires

pour leur donner un grossissement exprimable en chiffres ronds.

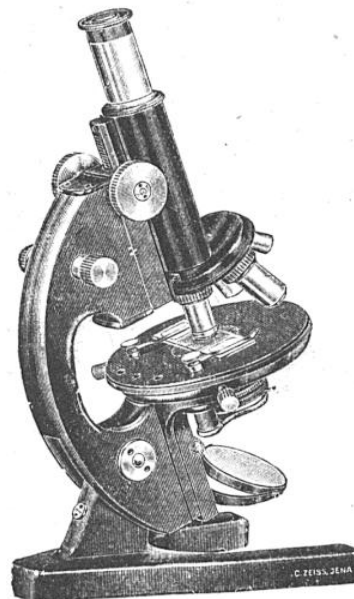
La partie mécanique a suivi les perfectionnements de la partie optique. Il suffit de comparer les appareils de 1859 et ceux d'aujourd'hui. Il faut remarquer la stabilité donnée au microscope par l'embase robuste, en même temps que la ligne sobre du statif, avec sa poterne dégagée, pouvant s'incliner jusqu'à l'horizontale.

Mais le microscope n'est pas exclusivement réservé au savant. Toute industrie rationnellement organisée possède son laboratoire où les techniciens étudient et contrôlent les fabrications. Il faut, pour cela, des modèles plus simples qui n'exigent pas des grossissements exceptionnels.

De plus, l'amateur prend de plus en plus plaisir à mettre son œil devant l'oculaire du microscope qui lui révèle les merveilles de la nature. Ici encore, point n'est besoin d'un appareil phénomène.

Dans tous ces cas, le microscope devient à la portée de tous, et son prix n'excède guère celui d'un bon appareil photographique.

J. MARIVAL.



LE MICROSCOPE ZEISS MODERNE

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Un nouveau tracteur pour petite culture

L'AUGMENTATION incessante des frais de culture rend difficile la mise en valeur des petites exploitations agricoles. Celles-ci ont grand besoin d'appareils mécaniques, de bon rendement, peu coûteux, de faible consommation et faciles à conduire, qui puissent être pratiquement mis entre toutes les mains.

Différents types ont été récemment proposés aux cultivateurs ; l'un des plus intéressants est le tracteur « Pégase », que nous croyons devoir signaler à l'attention de nos lecteurs.

C'est un appareil à deux roues motrices, qui se conduit au moyen de mancherons ; mais l'ouvrier n'a aucun effort à faire pour le diriger, car il tient parfaitement la raie. Cet appareil est robuste et pèse environ 400 kilogrammes en ordre normal de marche. Il est actionné par un moteur monocylindrique à quatre temps, d'une force de 5 ch, à refroidissement par eau, avec radiateur et ventilateur. Un capot amovible protège tous les organes mécaniques.

La consommation est des plus minimales et ne dépasse pas, en marche normale, 1/4 litre d'essence, et 1/20^e de litre d'huile par heure ; l'effort de traction est de l'ordre de 300 kilogrammes. La profondeur du labour atteint 20 centimètres.

Cet appareil peut labourer un hectare en un jour et demi, avec une consommation de 18 litres d'essence et 1 litre d'huile, soit

une dépense d'environ 50 francs. Naturellement, les frais sont moindres pour les façons superficielles : binage, hersage, etc...

L'appareil, bien équilibré sur son essieu tracteur, est complété par une petite roue arrière à pivot coulissant sur une colonne verticale et réglable en hauteur et en largeur. Cette roue facilite la direction avec les mancherons, limite le terrage des outils et en permet le relevage instantané hors de terre.

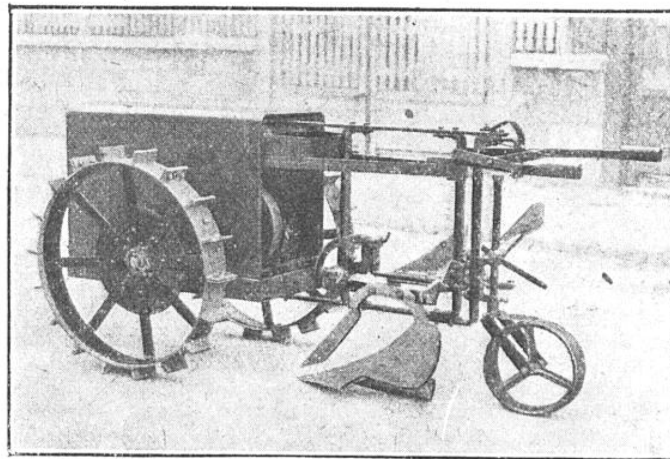
Grâce à un dispositif indéfiniment réglable, on peut débrayer à volonté l'une des roues motrices et faire virer sur place et sans effort l'appareil avec l'autre roue seule, entraînée par le moteur. La réversibilité des roues permet d'obtenir trois largeurs totales : 0 m 60, 0 m 70 et 0 m 80.

Sur le cadre porte-outils vertical placé en arrière du moteur, on fixe une paire de charrues réversibles en acier Triplex,

garnies de coutres et de rasettes.

On peut aussi fixer, à la place de la charrue, soit un jeu de dents de houe, soit des soies butteurs, soit deux ou trois petites charrues déchaumeuses, soit une charrue vigneronne.

On peut également disposer les outils suivants mis en mouvement par le moteur : une fraise brise-mottes qui permet de pulvériser finement le sol sur 6 à 8 centimètres de profondeur ; une barre faucheuse d'un mètre de coupe ; un treuil enrouleur de câble permettant les labours profonds, jusqu'à 50 centimètres, le drainage mécanique, etc... Il est loisible aussi d'accrocher une remorque, avec siège et volant de direction, qui peut emmener une tonne de charge.



LE TRACTEUR « PÉGASE » PEUT ÊTRE ÉQUIPÉ SOIT AVEC UNE CHARRUE, SOIT AVEC UNE HOUE, SOIT AVEC DES BRISE-MOTTES, ETC.

La poulie du moteur permet aussi d'actionner les divers appareils usuels de la ferme : pompe, scie, etc.

Enfin, la poulie du moteur permet d'actionner immédiatement tous les appareils usuels : pompe, scie, concasseur, etc...

On voit que cet appareil constitue un auxiliaire précieux pour beaucoup de petites cultures.

Le réchauffage des moteurs d'avion

PERSONNE n'ignore aujourd'hui les effets néfastes du froid sur les voitures munies de moteurs à explosion, notamment sur les automobiles : gel du radiateur, collage des pistons, grippage, etc. Ces inconvénients, qui apportent une gêne sérieuse pour la circulation automobile en hiver, deviennent d'une gravité exceptionnelle en aviation, car le bon fonctionnement de tous les organes du moteur d'avion est une question de vie ou de mort pour le personnel navigant comme pour les passagers.

Une rupture d'une canalisation d'huile, par exemple, suffit pour provoquer rapidement l'arrêt complet du moteur et la chute brutale quand le fait se produit à peu de distance du départ. Or, l'huile perd rapidement sa fluidité lorsque la température baisse et son épaissement provoque différents phénomènes : collage des pistons sur les cylindres, d'où difficulté de démarrage ; manques de graissage en certains endroits, d'où grippage, surpressions dans les conduites d'huile pouvant amener leur rupture.

De plus, pour les moteurs à refroidissement par eau, le froid peut amener le gel du radiateur ou du chemisage du moteur comme dans les automobiles, et la réparation d'un gros moteur d'avion est, comme on peut s'en douter, encore plus délicate et plus coûteuse que celle d'un moteur d'auto.

D'autre part, la supériorité essentielle de l'avion sur les autres modes de transport étant la rapidité, il est indispensable de lui maintenir cette qualité en toutes circonstances, d'où l'intérêt d'avoir en hiver un procédé permettant à l'avion de démarrer immédiatement sans être obligé de faire tourner, au préalable, le moteur au ralenti, ni de faire le plein du radiateur avec de l'eau chaude. Il faut donc un mode de réchauffage du moteur à l'arrêt. Celui-ci devra évidemment présenter une sécurité absolue contre les dangers d'incendie qui sont particulièrement à craindre sur les moteurs d'avion.

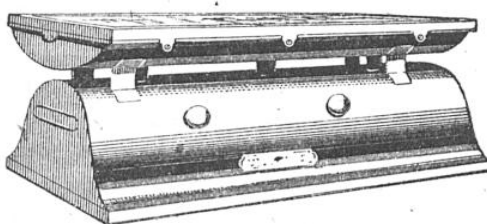
Ces résultats sont obtenus par l'emploi de réchauffeurs catalytiques qui utilisent le pouvoir catalyseur du platine pour amener une réaction complète entre les hydrocarbu-

res de l'essence et l'oxygène de l'air. Cette réaction se fait dans un matelas en laine d'amiante sur lequel a été fixé, par un procédé spécial, du platine à l'état d'extrême division : les vapeurs d'hydrocarbures qui le traversent se combinent en présence du platine à l'oxygène de l'air, et la réaction est complète. Les produits de la combustion sont uniquement de la vapeur d'eau et de l'anhydride carbonique à l'exclusion de toute trace d'oxyde de carbone. La quantité de calories que l'essence est susceptible de produire est ainsi intégralement utilisée et le rendement est maximum.

Fait encore plus important pour l'aviation, si la combustion normale de l'essence se produit à une température très élevée, la combustion catalytique de cette même essence a lieu à une température qui ne dépasse pas 320° ; à cette dernière température,

il n'y a aucun risque d'inflammation des vapeurs d'essence et par conséquent aucun danger d'incendie.

La Société Lyonnaise des Réchauds Catalytiques qui fabrique les petits réchauds « Therm'x », bien connus des automobilistes, construit pour l'aviation des appareils spécialement adaptés aux



L'APPAREIL « THERM'X » POUR LE RÉCHAUFFAGE DES MOTEURS D'AVION

moteurs d'avion : par leur forme (minimum d'encombrement) ; par leur puissance calorifique, étant donné l'importance des masses à chauffer ; par leur capacité permettant une grande durée de fonctionnement sans recharge.

Aussi, ces appareils, adoptés par les principales aviations militaires étrangères, ont-ils été homologués par le Service Technique de l'Aéronautique Française, dont la compétence fait autorité universelle en cette matière fort délicate.

Est-il nécessaire de rappeler que ce sont des appareils de ce genre qui ont été utilisés par l'explorateur Amundsen au Pôle Nord et qui lui ont permis de démarrer son avion sur la banquise après avoir vécu, sur cette banquise, pendant trois semaines avec ces appareils comme seul moyen de protection contre le froid ?

Sur le même principe, la Société Lyonnaise des Réchauds Catalytiques construit des appareils de chauffage d'appartement, des chaufferettes de pieds, etc... qui sont des plus pratiques et qui joignent à l'avantage d'une sécurité absolue à tous égards celui de représenter un des modes de chauffage le plus économique et le plus hygiénique. Comme nous l'avons dit, en effet, la combustion de l'essence au contact des catalyseurs est complète. c'est-à-dire qu'elle ne dégage aucune trace d'oxyde de carbone.

L'aiguille de phonographe doit être choisie suivant les disques à reproduire

DE l'ensemble des perfectionnements de détails apportés au phonographe moderne (1) dépend la qualité des auditions obtenues. Chacun de ces points pris en particulier, à part quelques-uns de plus grande importance, ne contribue peut-être que pour une assez faible part au résultat final, mais l'auditeur qui tient à profiter de tous les progrès techniques n'a pas le droit de les négliger. Il serait vain de prendre, pour l'enregistrement des disques, les précautions minutieuses que nous exposons d'autre part (voir page 61 de ce numéro) si l'usager du phonographe se bornait à considérer son appareil comme une simple mécanique bonne à tout faire.

Parmi les points particulièrement importants que l'auditeur ne doit pas négliger s'il veut que son disque lui permette d'entendre les morceaux exécutés avec le maximum de fidélité, le choix de l'aiguille se place évidemment au premier rang. En poussant les choses à l'extrême, il saute aux yeux, par exemple, qu'un solo de violon très doux enregistré ne s'accommodera pas de la même aiguille qu'un disque de jazz violent. Il suffit de penser à la différence des sillons creusés dans le disque, dans ces deux cas, pour comprendre que la même aiguille ne pourra suivre les fines gravures du premier et celles plus accusées du second, avec un égal rendement.

C'est pourquoi les fabricants d'aiguilles présentent au public une série de modèles différents, qui répondent à tous les besoins, depuis le *pianissimo* le plus subtil au *fortissimo* le plus éclatant. Parmi ces collections, où chaque auditeur peut choisir, selon ses disques et selon ses goûts, car l'oreille est, en définitive, le meilleur juge, nous signalons les aiguilles « Hérolde », qui, fabriquées avec un soin particulier et toutes marquées de l'estampille de garantie « Hérolde », permettent d'obtenir d'excellents résultats. Soit sous la forme ordinaire d'aiguilles, soit sous celle, spéciale, de lance, de toupie, etc... ces aiguilles donnent satisfaction aux plus difficiles.

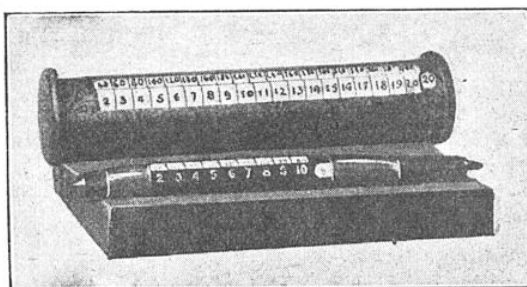
Signalons, pour terminer, les aiguilles spéciales pour pick-up.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 125, page 191.

Ce porte-mine est une table de multiplication de poche

NOUS ne nous souvenons guère, généralement, des heures peu agréables passées dans notre enfance à apprendre la table de multiplication. C'est, presque au même titre que l'étude des départements, un des cauchemars de l'école. Est-il possible de l'éviter ? Nous ne pouvons évidemment avoir dans notre poche une table complète, que nous serions obligés de déplier chaque fois qu'une légère hésitation nécessiterait un instant de réflexion. La table de Pythagore est déjà beaucoup plus facile à consulter. Mais ne le sera-t-elle pas beaucoup plus si nous pouvons la lire sur le crayon même qui nous sert à écrire les chiffres de l'opération ? C'est dans ce but qu'a été

créé le crayon multiplicateur, représenté ci-contre sur le socle d'un rouleau également multiplicateur. Ce crayon se présente sous la forme d'un porte-mine, sur le manche duquel sont inscrits les chiffres de 2 à 10. Au-dessus de ces chiffres est ménagée une fenêtre longue, dans laquelle apparaissent successivement, quand on fait tourner l'enveloppe



LE CRAYON ET LE ROULEAU MULTIPLICA-
TEURS

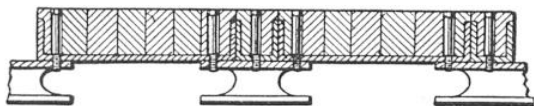
du manche, les lignes de la table de Pythagore. En même temps, apparaît, à droite de la première rangée (multiplicande), dans une fenêtre ronde le chiffre (multiplicateur) dont le produit par l'un quelconque des multiplicateurs est inscrit, au-dessus, dans la table de Pythagore.

Ainsi, à la moindre hésitation, le crayon répond instantanément.

Quant au rouleau fixé sur le socle sur lequel repose le crayon, c'est également un multiplicateur, qui donne, d'après le même principe, tous les produits des nombres jusqu'à 400 (20×20). Il donne immédiatement, par exemple, les produits 15×18 , 17×19 , etc., que nous ne savons pas par cœur comme la table de 1 à 9. Placé sur un bureau, il est donc susceptible de rendre des services aux comptables.

Un nouveau système de pavage

L'ENTRETIEN des artères à grande circulation pose, constamment, pour les agglomérations importantes, le problème du pavage des rues. Il est évident, par exemple, qu'à Paris, les arrêts brusques et les démarrages répétés des véhicules lourds,



COUPE DU NOUVEAU DISPOSITIF DE PAVAGE

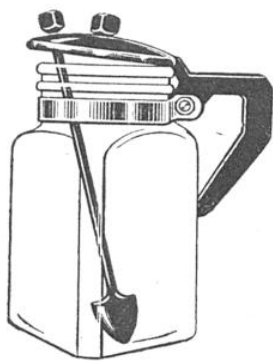
comme les autobus, font subir aux pavés des efforts en sens inverse qui nuisent à leur durée, et il faut souvent procéder au repavage. Voici une nouvelle idée qui nous a été indiquée par une de nos lectrices pour faciliter cette opération.

Dans la chaussée, composée d'un lit de béton de 25 à 30 centimètres d'épaisseur, on scelle des petites chaises de fonte qui font corps avec le sommier et qu'elles affleurent. Dans ces chaises sont percés des trous filetés. (Des drains sont ménagés dans le sommier pour l'écoulement des eaux.) Ainsi armée, cette chaussée est susceptible de durer longtemps.

Dès lors, pour paver une rue, il suffit de fixer, au moyen de boulons, sur les chaises de fonte, des châssis métalliques garnis du mode de pavage adopté (bois ou pierre). Ces châssis arrivent, bien entendu, tout prêts de l'usine. L'opération est évidemment rapide.

Couvercle amovible pratique

TOUT le monde sait que la moutarde doit être conservée à l'abri de l'air et naturellement des poussières. Il faut donc pouvoir boucher convenablement les pots de moutarde. Or, il faut évidemment constater qu'un pot, avec son couvercle métallique ou de liège, n'est pas d'une bien grande élégance. Aussi procède-t-on parfois au transvasement de la moutarde dans un récipient spécial qui ne dépare pas la mise de table. Cependant, bien souvent, il suffirait de pouvoir adapter au pot un joli couvercle pour lui donner l'aspect qui lui manque.



CE COUVERCLE
S'ADAPTE IMMÉDIA-
TEMENT SUR UN
POT DE MOUTARDE

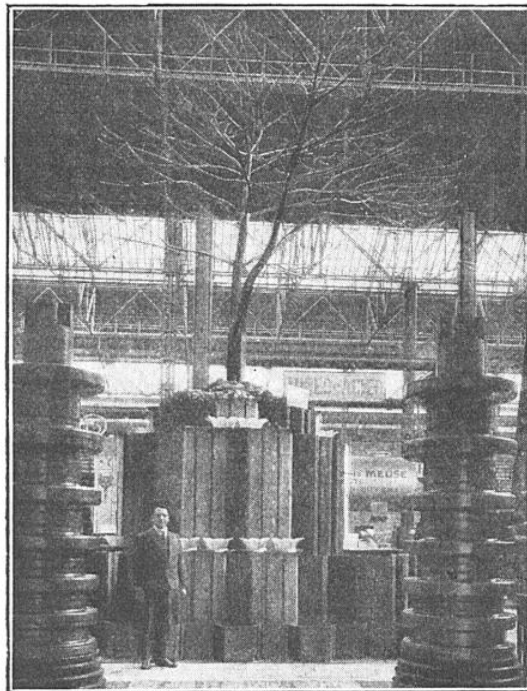
Ce couvercle existe et est représenté ci-contre. Constitué en galalith, dont la couleur peut être assortie à celle de l'étiquette du pot ordinairement employé, il comporte un collier de serrage en métal blanc qui permet de le fixer aisément et rapidement. Après avoir enlevé le système de bouchage du pot, il suffit, en effet, de déboucher le bouton d'assemblage de ce couvercle pour libérer une des extrémités du collier de serrage, d'encercler le col du récipient

avec ledit collier et de serrer légèrement. Le couvercle se termine par une anse, et une petite cuillère est jointe à l'appareil.

Un arbre en acier

UNE des curiosités les plus remarquées à une récente exposition fut certainement l'arbre en acier ci-dessous.

Monté sur un batardeau en palplanches métalliques, cet arbre symbolise en quelque sorte comment, du sol composé de minerai et coke, d'où émerge le tronc, on passe par



CET ARBRE, AVEC SES BRANCHES ET SES FEUILLES, EST ENTIÈREMENT EN ACIER

diverses ramifications à l'obtention de petits profilés, qui constituent les branches extrêmes. Toutes les parties de cet arbre sont soudées à la forge.

V. RUBOR.

Adresses utiles pour les « A côté de la Science »

Tracteur de culture : TRACTEUR PÉGASE, 16, rue du Mail, Rouen (Seine-Inférieure).

Chauffage des avions : THERM'X, 2 bis, route des Soldats, Lyon-Saint-Clair (Rhône).

Aiguilles de phonographe : M. TORRÈS, 51, rue Grenéta, Paris (2^e).

Crayon multiplicateur : MM. VAN MINDEN & LOGRIFFE, 17, rue Bachaumont, Paris (2^e).

Nouveau pavage : M^{lle} DE LA VEYSSIÈRE, 34, rue de Laborde, Paris (8^e).

Couvercle amovible : KLINGELHOEFER & C^{ie}, 29, rue Chaptal, Paris (9^e).

Arbre en acier : SOCIÉTÉ ANONYME D'OUGRÉE-MARIHAYE, Ougrée (Belgique).

LA T. S. F. ET LES CONSTRUCTEURS

Le quartz, isolant de T. S. F.

Si les dernières Expositions de T. S. F. ont révélé un développement considérable des postes « secteur », elles ont mis aussi en évidence le rôle que les *ondes courtes* sont appelées à jouer dans le domaine de la radio. Depuis longtemps, les amateurs ont apprécié les remarquables qualités de propagation de ces nouvelles ondes, et des travaux de laboratoire ont déterminé leurs conditions d'utilisation.

Ainsi, l'isolement des circuits doit être particulièrement soigné, puisqu'il s'agit de courants à haute fréquence. A cet égard, le quartz, soit à l'état naturel, soit à l'état fondu, jouit d'un ensemble de propriétés qui en font le meilleur isolant connu après l'air parfaitement sec. Seules, les difficultés de son usinage en ont retardé l'emploi.

Après plusieurs années d'études et d'essais, la S. I. F. R. A. Q. (Société Industrielle de Fusion, Recherches et Applications du Quartz) a mis au point une gamme complète de pièces détachées de T. S. F. isolées au quartz.

Nous ne pouvons ici la décrire complètement, mais il suffit de savoir qu'on peut actuellement trouver dans le commerce du matériel d'antenne isolé au quartz, des supports de lampes, des condensateurs fixes ou variables, des selfs spéciales pour ondes courtes et tout un ensemble de petites pièces : bornes, douilles, etc., *isolées au quartz*.

Toutes ces pièces sont caractérisées par un isolement parfait dû à la nature même du quartz. (Les coefficients proportionnels de pertes en haute fréquence sont de 2,5 pour le quartz, 17 à 25 pour l'ébonite, 77 et plus pour les bakélites et matières moulées isolantes.)

D'autre part, les pertes par *capacité* sont également réduites par suite du strict minimum de matière employée et de la disposition judicieuse des pièces métalliques utilisées.

Enfin, leur construction minutieusement étudiée et réalisée par des spécialistes évite aux usagers les petits déboires et les ennuis que le travail du quartz, en raison même de sa rigidité, apporte aux non initiés : tous percages, tous serrages sont supprimés ; les connexions, soudures, attaches, se font sur des pièces métalliques prévues à cet effet. Pour toutes ces raisons, ce matériel a sa place dans tous les montages soignés, et son haut isolement le désigne spécialement pour les postes comportant des blindages métalliques.

Les pièces S. I. F. R. A. Q., toutes essayées et garanties, mises au point sur des postes récepteurs et des postes émetteurs qui ont

donné les plus brillants résultats, constituent un matériel de choix.

Signalons enfin que la réalisation industrielle de pièces détachées pour T. S. F. en quartz vient d'avoir la plus heureuse répercussion sur la fabrication des lampes.

En effet, désireuses de réduire les pertes par défaut d'isolement et par capacité dans les *culots de lampes* destinés aux ondes courtes, deux de nos grandes firmes nationales viennent de lancer une nouvelle série de lampes montées sur culots quartz. On peut donc dès maintenant, grâce à l'heureuse initiative des lampes « Radio-Visseaux » et des lampes « Métal-Mazda », constituer, avec les lampes montées sur culot de quartz et le matériel S. I. F. R. A. Q., des appareils récepteurs et émetteurs d'un rendement encore inconnu.

Poste toutes ondes sept lampes alimenté par le secteur

L'ALIMENTATION des postes par le secteur a été retardée en France par suite de l'irrégularité de nombreux secteurs, que l'on ne pouvait utiliser sans danger pour le poste sans avoir à sa disposition les accessoires nécessaires, notamment des valves régulatrices. C'est ce qu'ont fort bien compris les constructeurs, qui tiennent, avant tout, à donner satisfaction à leur clientèle.

Aujourd'hui, cette question est résolue dans d'excellentes conditions et on peut trouver maintenant des postes de diverses puissances fonctionnant parfaitement sur le secteur. Nous signalerons, aujourd'hui, particulièrement le poste remarquable sept lampes toutes ondes des Etablissements Lemouzy.

C'est un changeur de fréquence à double lampe bigrille, comportant trois lampes moyenne fréquence, une détectrice à grande puissance, une lampe basse fréquence de 10 watts, alimentée à haute tension, une valve redresseuse, une prise de pick-up, une valve régulatrice. Les lampes du poste sont toutes, sauf la basse fréquence, des lampes ordinaires.

C'est un poste à réglage unique, avec un cadran à lecture directe pouvant recevoir des ondes de 20 à 2.000 mètres. Un seul commutateur permet de passer des ondes courtes aux petites et grandes ondes, à la marche avec pick-up et à l'arrêt.

Adresses utiles

pour « La T. S. F. et les Constructeurs »

Quartz : S. I. F. R. A. Q., 48, rue Cambon, Paris (1^{er}).

Poste toutes ondes : Etablissements Lemouzy, 121, boul. Saint Germain, Paris.

CHEZ LES ÉDITEURS

INDUSTRIE CHIMIQUE

COULEURS ET PIGMENTS, par *F. Margival*. 1 vol. 192 p., 25 fig. Prix franco : France, 26 fr. 50 ; étranger, 29 fr. 50.

Par couleurs et pigments, l'auteur entend exclusivement les substances employées pour colorer les peintures, les encres, le caoutchouc, les agglomérés au ciment, les mixtures pour la fabrication des papiers peints, et laisse volontairement de côté les matières colorantes servant en teinture, les couleurs vitrifiables servant en émaillerie et en céramique. Pour rendre cet ouvrage facile à consulter, l'auteur n'a pas écrit un simple « abrégé » de toutes nos connaissances sur les couleurs et pigments. Il s'est attaché à rassembler, sur un grand nombre de couleurs, des renseignements utiles difficiles à trouver.

MANUTENTION

ETUDE THÉORIQUE ET PRATIQUE SUR LE TRANSPORT ET LA MANUTENTION MÉCANIQUES DES MATÉRIAUX ET MARCHANDISES, par *von Hanffstengel*, traduit par *G. Lehr*. Tome III, 1 vol. 403 p., 431 fig. Prix franco : France, 93 fr. 50 ; étranger, 97 fr. 50.

Après avoir examiné, dans le tome I, les transporteurs par courroies, chaînes ou câbles, les transporteurs à rouleaux, les vis et spirales, etc., puis, dans le tome II, les wagons pour marchandises, les culbuteurs, les voies à deux rails à traction continue et les transporteurs aériens, l'auteur étudie, dans ce tome III : l'enlèvement des charges (bennes transporteuses et preneuses,

électro-aimants); le guidage des câbles; les treuils, les chariots, la construction et l'emploi des grues; les formes et le calcul des bâtis; les grues à câbles et les installations mixtes de transport dans les usines industrielles, centrales électriques, cokeries, usines chimiques, mines, etc., etc.

ORGANISATION

GUIDE DU TECHNICIEN POUR L'ORGANISATION DU TRAVAIL PERSONNEL, par *J. Rousset*. 1 vol. 192 p., 94 fig. Prix franco : France, 62 fr. 50 ; étranger, 65 fr. 50.

Un ouvrage de ce genre manquait. Tout le monde, aujourd'hui, a besoin de savoir recueillir une documentation, d'apprendre à la classer méthodiquement, sous peine de ne plus retrouver le moment venu, la coupure ou la note cherchée. C'est donc un livre pratique qui permet à tous de choisir, selon ses idées personnelles, la méthode la plus rationnelle, basée sur des directives simples.

T. S. F.

ANNUAIRE INTERNATIONAL DE LA T. S. F. Prix franco : France, 33 fr. 50 ; étranger, 40 francs.

Contient : la liste des postes de radiodiffusion avec leurs caractéristiques, leurs indicatifs d'identification et quelques renseignements sur leur fonctionnement; la liste des radioclubs par département; la liste des marques déposées avec adresses; les émetteurs français; les journaux de T. S. F. français et étrangers; un répertoire commercial, etc.

N. D. L. R. — Une omission involontaire a été commise, concernant la vue photographique reproduite dans notre numéro 161 (novembre 1930), à la page 422. Nous nous empressons de la réparer en faisant connaître que le dallage en mosaïque grès cérame est l'œuvre de M. Gosset, architecte à Reims, et a été exécuté au rez-de-chaussée du Grand Magasin des Docks Rémois, à Reims.

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, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodé-ia, Suède.

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 Gérant : Lucien JOSSE.

Paris. — Imp. HÉMERY, 18, rue d'Enghien.

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



POUR VOTRE COMPTABILITE COMBINAISONS DIFFERENTES

LA MACHINE A ADDITIONNER IMPRIMANTE

GARDNER DUPLEX

par la simple dépression des quatre touches, exécute les opérations suivantes :

- 1^o et 2^o. - Addition ou soustraction dans le premier totalisateur ;
- 3^o et 4^o. - Addition ou soustraction dans le deuxième totalisateur ;
- 5^o et 6^o. - Addition ou soustraction dans les deux totalisateurs simultanément ;
- 7^o. - Simultanément, addition dans le premier totalisateur, soustraction dans le second ;
- 8^o. - Simultanément, addition dans le deuxième totalisateur, soustraction dans le premier.

La souplesse remarquable de la GARDNER DUPLEX permet l'exécution de tous travaux de chiffres et de comptabilité, avec le maximum de rendement et de sécurité.

Les modèles SIMPLEX, DUPLEX, MULTIPLEX, à main ou électriques, peuvent être munis d'un chariot automatique.

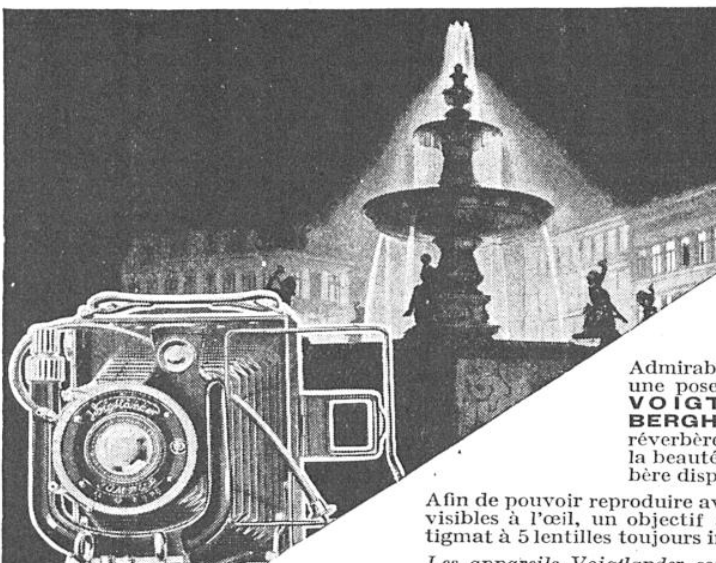
.....
DÉMONSTRATION ET ESSAI SANS ENGAGEMENT

CIE **NATIONALE** DES
MACHINES DE BUREAU

24, rue de l'Arcade, 24 — PARIS-VIII^e

Téléphone : Louvre 00-49

Pub. A. GIORGI



**Pour faire
un
cliché la nuit**

Quel magnifique effet de lumière on peut obtenir la nuit, sans éclairage spécial et sans optique ultra-lumineuse, comme en témoigne le cliché ci-contre.

Admirable dans son effet, il a été dessiné, avec une pose de 10 minutes, par un **HÉLIAR VOIGTLANDER** monté sur un appareil **BERGHEIL**, sans autre éclairage que celui des réverbères de la ville. La clarté des reflets qui fait la beauté de ce cliché, provient d'un seul réverbère disposé sur le côté opposé de la fontaine.

Afin de pouvoir reproduire avec une telle finesse des détails à peine visibles à l'œil, un objectif aussi parfait que le **HÉLIAR** (anastigmat à 5 lentilles toujours imité mais jamais égalé) est de rigueur. Les appareils Voigtlander sont en vente dans tous les bons magasins d'articles photographiques, à partir de 310 francs.

avec un
Voigtlander

SCHOBER & HAFNER
représentants
3, rue Laure-Firot, ASNIÈRES (Seine)

DEUX MARQUES: LA RÉALISATION DE LA PERFECTION

RÈGLE A CALCUL JAPONAISE "HEMMI"

LA SEULE EN BAMBOU EXACTE - INDÉFORMABLE.

COMPAS A.F.B. PRÉCIS ROBUSTES MODERNES CATALOGUE C FRANCO

EN VENTE: PAPETERIE / OPTICIEN / LIBRAIRE / ETC.

ETABLIS A.F.B. A. SALIN DIRECTEUR
9, RUE NOTRE-DAME DE NAZARETH PARIS III^e ARR.

ESSOR-PUBLICITAIRE

1, Rue du Cirque, PARIS (8^e) • Tél. : Elys. 51-37, 51-38, 51-60, Inter 33 — Dépositaire de "LA DÉCORATION MÉTALLIQUE"



EXPÉDITIONS POUR TOUTS PAYS

Votre OCULISTE d'abord et ensuite...

J. PIPON

PROFESSIONNEL DIPLOMÉ

Ses **ZEISS URO** pour l'extérieur et l'intérieur.Ses **ZEISS UMBRAL** pour les colonies.Ses **verres** pour verriers, soudeurs, boulangers, etc...Ses **lunettes de cataractes** (ultra-légères).179, Avenue du Général-Michel-Bizot - PARIS (12^e)LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX
*Documentation la plus complète et la plus variée***EXCELSIOR**

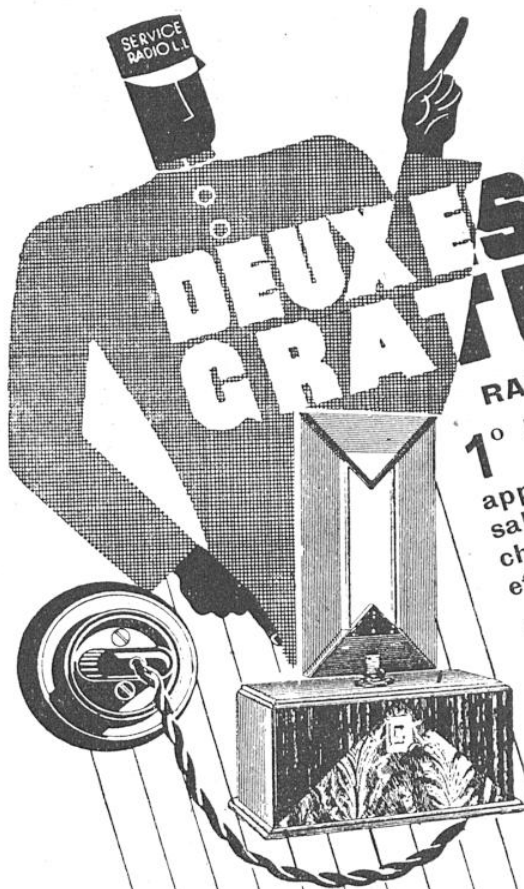
SEUL ILLUSTRÉ QUOTIDIEN

**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.
ÉTRANGER.....	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**Les piles et accus ont vécu!****LES COFFRETS SOLOR**montés avec les **Transformateurs FERRIX**
et les **Eléments oxyde de cuivre**
SOLOR-OXYD WESTINGHOUSEpermettent d'alimenter, sans aucune modification, n'importe quel poste sur
secteurs continus ou alternatifs. — Renseignements dans **SOLOR-REVUE**,
envoyée gratuitement contre enveloppe timbrée.**LEFÉBURE & C^{ie}** représentants de la Sté **FERRIX**, 5, rue Mazet (Métro : Odéon), Paris-6^e
(MAGASINS OUVERTS LE SAMEDI APRÈS-MIDI)

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



DEUX ESSAIS GRATUITS

RADIO-L.L. vous offre :
1° Une démonstration gratuite de tous ses appareils, soit dans ses salons d'auditions, soit chez ses agents régionaux et locaux ;
2° Une démonstration absolument gratuite, à domicile, dans n'importe quelle localité.

GARANTIES Remboursement de tout poste ne donnant pas entière satisfaction, après huit jours d'essai.

AVANTAGES Aujourd'hui, de main, dans plusieurs années, si vous avez des difficultés quelconques avec votre T. S. F., un spécialiste local du **SERVICE RADIO-L.L.** viendra immédiatement vérifier votre poste et le remettre en parfait état de marche. Tous les jours, de 9 h. à 18 h. 30, et les mardis, jeudis et samedis, de 21 h. à 23 heures. — Catalogue 81 franco.

RADIO-L.L.

Lucien LÉVY, inventeur du **SUPERHÉTÉRODYNE** et réalisateur du premier poste radiophonique de la Tour Eiffel
5, r. du Cirque, PARIS (Champs-Élysées) - Tél. : Elys. 14-30

AGENTS EXCLUSIFS. — **BELGIQUE :** M. Rousseau, 18, rue du Laboratoire, à Charleroi ;
ITALIE : Radio-L.L., 32, via Legnano, à Milan ; **ALGERIE :** Dép't d'Oran : Radio-Oranie, M. Yves Sayous, 4, rue du Général-Joubert, à Oran ; Dép't d'Alger : M. F. Bel, 11, rue Sadi-Carnot, à Alger ; Dép't de Constantine : M. H. Sultana, Faragiste à Bône ; **MAROC :** M. Chomienne, rue Bouskoura et rue Branly, 1 et 3, à Casablanca ; **TUNISIE :** Comptoir Cibo, 100, rue de S. rbie, à Tunis ;
SUISSE : M. Vincent Manetrey, Case Saint-François, 3.665-Lausanne, Téléphone : 30.118.

PUB. A. GIORGI



Le Phonophore SIEMENS

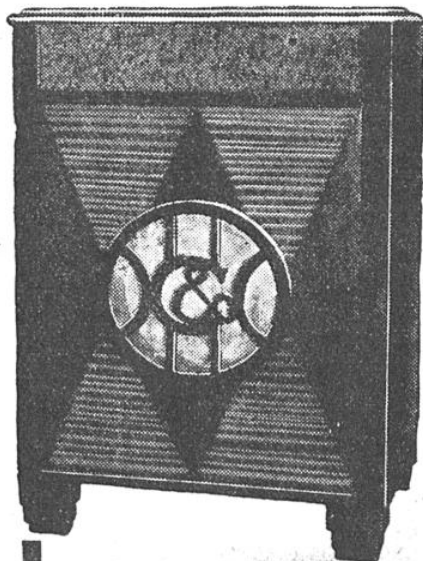
est
l'appareil acoustique
idéal pour les personnes
atteintes de dureté
d'oreille.

Installation à auditions
multiples pour salles de
conférences, théâtres,
églises, etc., etc...

Demandez la notice B avec prix courants.

Société Industrielle d'Appareils Médicaux

53, Rue Claude Bernard - PARIS-5^e Téléph. : Gobelins 53-01



T.S.F. secteur

Pick-Up

*des auditions pures
une construction garantie*

Le DUOPHONE

comporte deux appareils en
un seul pour le prix d'un seul

**La T. S. F. sur secteur et
un phonographe électrique**
permettant l'écoute des disques par pick-up

L'ALTERNAPHONE

poste sur secteur
alternatif ou continu
Modèles entièrement complets depuis 1.570 fr.

NOS APPAREILS SONT GARANTIS UN AN

Demandez notre catalogue illustré et détaillé concernant tous nos modèles et, s'il y a lieu, nos conditions de vente à crédit

Le DUOPHONE, 33, rue du Pont-Blanc, AUBERVILLIERS (Seine)

TÉLÉPHONE : NORD 62-16

REPRÉSENTANTS DEMANDÉS TOUTES RÉGIONS

PTR. Y. PERDRIAU

AVEC LES Bureaux "RATIOS"

STANDARDISÉS à système brevet

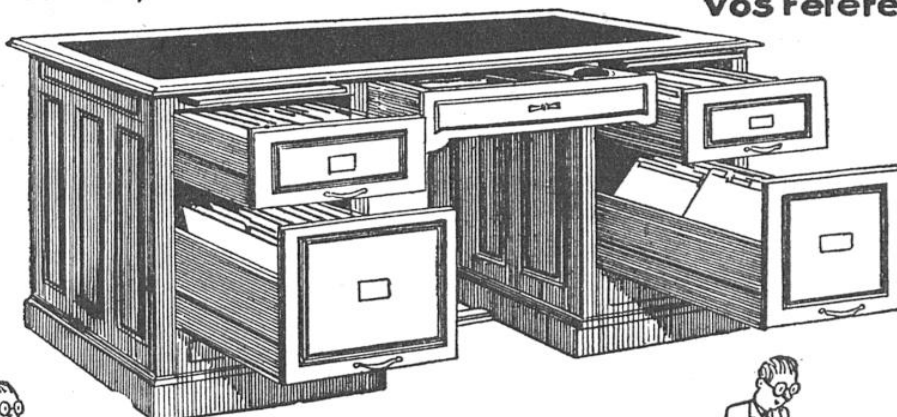
**VOUS AUREZ
TOUT
SOUS LA
MAIN**



vos lettres, etc.



vos fiches, vos registres
vos références



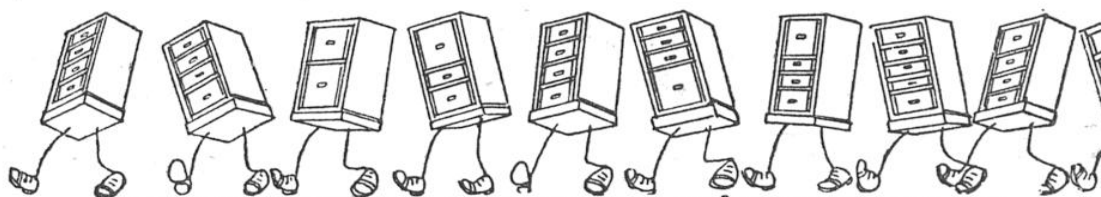
votre téléphone

**LES BUREAUX
RATIONNEL
PEUVENT ÊTRE
COMPOSÉS
SELON LES BESOINS
DE LA CLIENTÈLE**



votre machine à écrire

AVEC LES TIROIRS INTERCHANGEABLES et STANDARDISÉS (576 combinaisons possibles)



CES BUREAUX SONT EN STOCK EN CHÊNE VERNI CLAIR

DEMANDEZ LE CATALOGUE S

Soc.^{té} An.^{me} des Etabl.^{ts} **RENÉ SUZÉ**

S.A.D.E.R.S.

15, rue des Trois-Bornes, PARIS (XI^e), Téléphone : Roquette 63-08.71-21

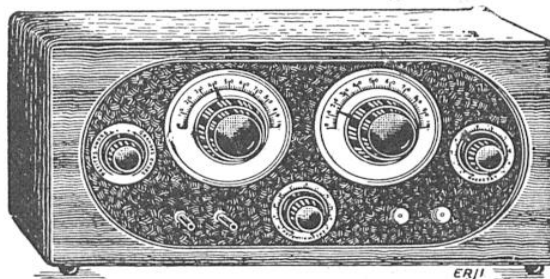
r.

595 fr.

Super 6 lampes
pivotant 4 enroule-

COMPLET. Notre Super 6 lampes
est livré avec 6 lampes, dont 1 bigrille, 2

Avec tous ses accessoires et garanti 1 AN



moyenne fréquence, 1
déectrice, 1 première
BF, 1 deuxième BF.
2 selfs pour fonction-
ner sur antenne, 1 pi e
90 volts à prises, 1
pile de polarisation à
bornes, 1 accu 4 volts
20 AH « Tudor », 1
diffuseur.



Le même que ci-dessus
mais avec un cadre.

Complet :

710 francs

Très bien présenté dans une ébénisterie luxe 48x25x22 acajou, vernie au
tampon. Panneau ébonite marbrée. Etabli avec oscillateur « Gamma »,
1 filtre et 2 MF « Ultima », 2 transfo BF « Bardou », 2 condensateurs
démultipliés « Tavernier », 1 potentiomètre et 1 rhéostat « J. D. »

RADIO-HOTEL-DE-VILLE, 13, rue du Temple - PARIS

Catalogue franco contre 1 fr. en timbres

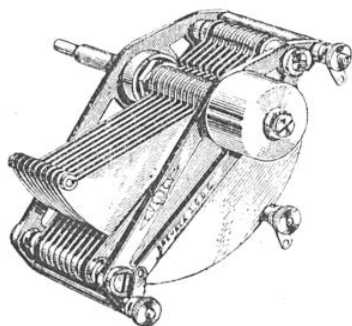
OUVERT DIMANCHES ET FÊTES

DEPUIS DEUX ANS, PLUSIEURS MILLIERS DE POSTES VENDUS

Pour expédition en province : 75 frs en sus pour port et emballage

Quelques qualités du
nouveau
condensateur variable

J. D.



Isolément parfait - Capacité résiduelle presque nulle
- Pertes H F très réduites - Démultiplication bre-
vetée très souple et ne présentant aucun risque de
grippage et de déréglage ; aucun crachement, encom-
brement réduit, belle présentation et... un prix
très intéressant.

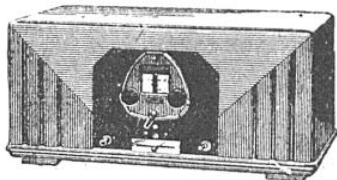
J. D. a sorti également un rhéostat spécial pour fort
débit et une résistance pick-up bobinée, lesquels
donnent un résultat inespéré à tous les constructeurs
ayant échantillonné. Demandez à voir ces nouvelles
pièces et essayez-les. J. D. continue, en les améliorant,
les anciennes fabrications qui ont fait son renom : rhéo-
stats potentiomètres, inverseurs, supports, varicos, etc...

TOUTES MAISONS
DE T. S. F. ET

RADIO-J. D., 7, rue Henri-Regnault
SAINT-CLOUD (Seine)

APPAREIL SECTEUR 5 LAMPES

à réglage automatique, lecture directe de longueurs d'onde ; gamme de longueurs d'onde, 200 à 2.000 mètres.
Très grande pureté de réception, fonctionne sur cadre ou sur antenne.



PRIX avec lampes : 3.000 francs

AUTRES MODÈLES A 3 ET 7 LAMPES

Notice S 67 sur demande — VENTE A CRÉDIT

LEMOUZY

121, boulevard Saint-Michel — PARIS-5^e

DÉMONSTRATIONS : Tous les jours, de 16 à 19 heures,
et le mercredi, de 21 à 23 heures

REVENDEURS DEMANDÉS PARTOUT



Si vos yeux faiblissent...

Consultez un oculiste !

*Demandez ensuite à votre opticien d'exécuter
l'ordonnance en*

VERRES PONCTUELS

STIGMAL

de la SOCIÉTÉ DES LUNETIERS

*C'est l'optique de précision
appliquée à la lunetterie.*

Leurs courbures scientifiquement calculées donnent une vision absolument nette, sur toute l'étendue de leur champ visuel et permettent aux yeux de se mouvoir avec l'aisance naturelle des yeux normaux.

La Société des Lunetiers, 6, rue Pastourelle, à Paris, NE VEND PAS AUX PARTICULIERS
mais on trouve ses très nombreux modèles de faces-à-main, pince-nez ou lunettes, ainsi que tous les
verres, notamment les STIGMAL à images ponctuelles, les DIACHROM à double foyer, etc.
DANS LES BONNES MAISONS D'OPTIQUE DU MONDE ENTIER.

FILTRE PASTEURISATEUR MALLIE

PORCELAINE D'AMIANTE

1^{er} Prix Montyon - Académie des Sciences

Buvez de l'eau vivante et pure

Protégez-vous des Epidémies

FILTRES DE MÉNAGE

DANS TOUTES LES BONNES MAISONS D'ARTICLES DE MÉNAGE

Vous trouverez aux

Étab^{ts} JULES RICHARD

USINES : 25, rue Mélingue, PARIS
MAGASINS : 7, rue La Fayette, PARIS (Opéra)

des cadeaux utiles et agréables

VÉRASCOPE

45 × 107 — 6 × 13 — 7 × 13

GLYPHOSCOPE : HOMÉOS

45 × 107 — 6 × 13 — 27 vues sur pellicules

TAXIPHOTE

LE MEILLEUR DES STÉRÉOSCOPES CLASSEURS
Modèles 45 × 107 — 6 × 13 — 7 × 13 — 8,5 × 17

FABRICATION NOUVELLE

Jumelles à primes - Jumelles de théâtre
HAUTE PRÉCISION — PRIX AVANTAGEUX

NOUVEAU RAYON

TOUS APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES

à plaques ou à pellicules, vérifiés par les Établissements
JULES RICHARD et vendus avec épreuve témoin.

VENTE A CRÉDIT

Catalogue B sur demande

ALIMENTATION DU CROIX POSTES AU SECTEUR

Notre poste

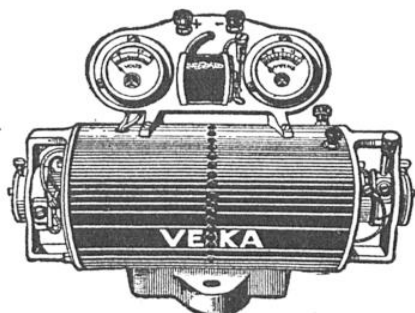
fonctionnera parfaitement
sur le secteur si vous
utilisez le matériel
"CROIX"

Transformateurs et selfs,
groupes, tension-plaque,
condensateurs "FILTRAD",
chargeurs "CUIVREX",
appareils d'alimentation
totale

Description détaillée dans
Radio-Montages, envoyé
gratuitement.

ET^s ARNAUD S.A.
PARIS

3, Impasse Thoreton, 3, rue de Liège
Belgique : BLETARD, 43, rue Varin, LIÈGE.



LES CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES

VÉKA

vous présentent

un Convertisseur pratique

LE SEUL APPAREIL A RÉGLAGE DE
VITESSE SANS RHÉOSTAT, PERMET-
TANT D'OBTENIR TOUS VOLTAGES

Types monoblocs universels, 100, 150-300 watts.
Types industriels, 150 à 1.000 watts.

Pour tous renseignements et envoi du catalogue franco, écrire à

Constructions Électriques "VEKA"

78, r. d'Alsace-Lorraine, PARC-ST-MAUR (Seine)

Téléphone : GRAVELLE 06-93

moderniser votre poste



Le "MAJOR-ULTRA"

alimente **totale**ment les récepteurs
de T. S. F. sur le secteur alternatif.
Rien à changer ni au poste, ni aux
lampes, ni au réglage.

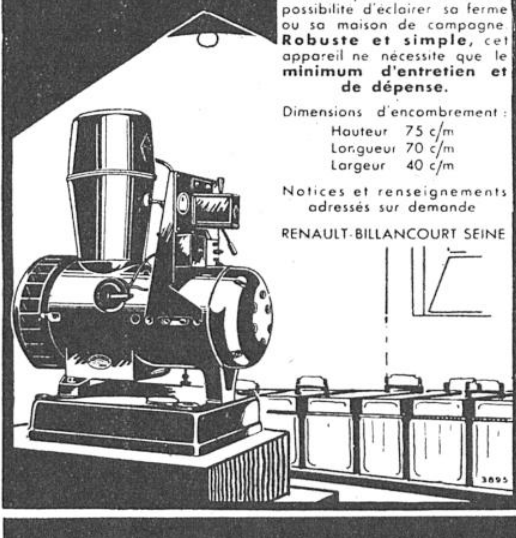
Les Régulateurs automatiques
"INCA-REGLEX" nivellent la tension
du secteur

NOTICE T FRANCO

ÉLECTRO-CONSTRUCTIONS S. A.

STRASBOURG-MEINAU

L'ÉLECTRIFIÈRE RENAULT



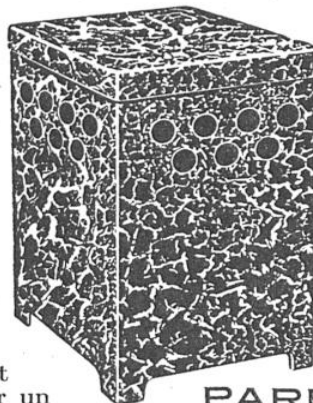
met à la portée de chacun la possibilité d'éclairer sa ferme ou sa maison de campagne. **Robuste et simple**, cet appareil ne nécessite que le **minimum d'entretien et de dépense.**

Dimensions d'encombrement :
Hauteur 75 c/m
Longueur 70 c/m
Largeur 40 c/m

Notices et renseignements adressés sur demande

RENAULT-BILLANCOURT SEINE

Votre poste de T. S. F.



peut devenir un **PARFAIT POSTE SECTEUR** grâce à un coffret d'alimentation totale **STATOR**

Notices et renseignements franco sur demande

Ateliers P. LIÉNARD 15, Rue du Parc FONTENAY-S.-BOIS (Seine)

DÉPOT ET SALLE D'AUDITIONS :
7, Rue Chaudron, PARIS (X^e)

Téléphone : Nord 55-24 et Tremblay 20-71

MACHINE À TIRER LES BLEUS À TIRAGE CONTINU



L'ELECTROGRAPHE

“REX”

construit par

Dans le monde entier l'Electrographe REX s'est imposé par ses qualités exceptionnelles : il donne dans le minimum de temps et avec le minimum de dépense des reproductions d'une netteté incomparable

LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12, AV. du MAINE, PARIS, XV^e CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE

LE CLASSEUR PRATIQUE “GAX”

Supprime le désordre

Dans 60 tiroirs étiquetés, vous classez, dès réception, tous documents.

Facilite le travail

Vous n'avez qu'à étendre le bras pour prendre, dans son tiroir, le renseignement désiré.

Economise la place

Hauteur 1 m. 85
Largeur 1 m. 20
Profondeur 0 m. 32

Recherches faciles

Les tiroirs n'ayant pas de côtés, sauf demande spéciale.

Grande capacité

Contient plus de 200 kilos de papiers.

Il n'a pas de rideau “GAX”, N° 1, 60 tiroirs 1.900 fr., franco

Donc, élégance, propreté intérieure, accessibilité instantanée.

Construction garantie

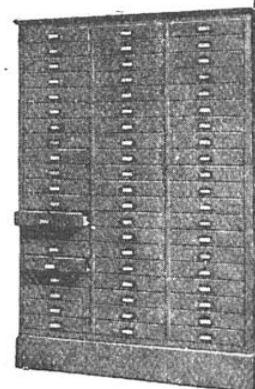
Noyer ciré massif. Chêne ciré massif.

5 modèles de 20-40-60 tiroirs

Quel que soit votre cas, il existe un GAX pour vous

Etabls **GAX, MONTPON (Dordogne)**

Recommandez-vous de La Science et la Vie





LES "GRANDES ROSERAIES
DU VAL DE LA LOIRE"
à ORLÉANS (FRANCE)
offrent aux meilleurs prix
les plus belles

Roses
les plus jolies
fleurs
les meilleurs
fruits

Demandez leur superbe catalogue illustré
par la photographie des couleurs - France



CHEMINS DE FER DE L'EST

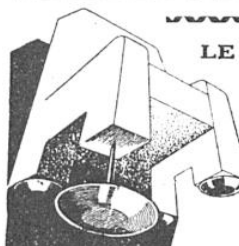
SPORTS D'HIVER
DANS LES VOSGES

Du 1^{er} décembre 1930 au 31 mars 1931,
la COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE
L'EST émettra, comme pendant l'hiver
1929-1930, des billets d'aller et retour
à prix réduits, au départ de Paris et des
principales villes du Nord et de l'Est, à
destination des stations hivernales des
Vosges.

Des services d'autobus fonctionneront
entre Saint-Dié et le col du Bonhomme,
Gérardmer et la Schlucht, Belfort et le
pied du Ballon d'Alsace. Des services
d'autochenilles desserviront le lac Blanc,
comme l'hiver dernier. Un nouveau ser-
vice d'autochenilles fonctionnera entre
Saint-Maurice-sur-Moselle, les hôtels du
Ballon d'Alsace et Bas-Evette.

En outre, une excursion par la route
d'hiver des Vosges (autobus et autoche-
nille) effectuera, en cinq jours, le circuit :
Nancy, lac Blanc, col de la Schlucht, Mark-
stein, Grand Ballon, Hartmannwiller-
kopf, Thann, Masevaux, Ballon d'Alsace,
Bussang, Hohnneck, Gérardmer, Nancy.

Les horaires sont prévus de façon à permettre, chaque jour,
la pratique du ski pendant une demi-journée.



LE Patin **SKI-HOME**
fait glisser
les meubles
Il protège les tapis

ADOPTÉZ
LE PATIN "SKI-HOME"

En vente : Quincailliers, Bazar, Grands Magasins
GROS : **SKI-HOME**, 6, rue de la Banque - PARIS (2^e)



**JEUNES GENS
CLASSES 1931-1932**
réformés, personnes faibles, ren-
dez-vous forts et robustes par la
nouvelle méthode de culture phy-
sique de chambre, sans appareils.
10 minutes par jour, pour créer
une nation forte et saine et dé-
fendre la patrie.
Méthode spéciale pour grandir.
Brochure gratis contre timbre.
E. WEHRHEIM
Agay (Var)

De belles situations
sont offertes

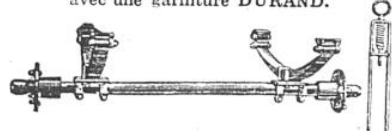
dans le Commerce et l'Industrie, à ceux qui pos-
sèdent les connaissances techniques suffisantes.
Rapidement, chez vous, par correspondance,
vous pouvez obtenir

**un diplôme d'ingénieur technique,
commercial ou d'expert-comptable.**

Demandez la brochure A à

I.E.P., 185 bis, rue Ordener, PARIS-18^e
placé sous le haut patronage de l'Etat.

**INDUSTRIELS, COMMERÇANTS,
AGRICULTEURS, TOURISTES,**
Montez vous-mêmes la remorque dont vous avez besoin
avec une garniture **DURAND**.



N° 1	charge utile	250 kgs	pour	Roues Michelin	4 roues
N° 2	—	500	—	—	4 —
N° 3	—	1.000	—	—	6 —
N° 4	—	1.500	—	—	8 —

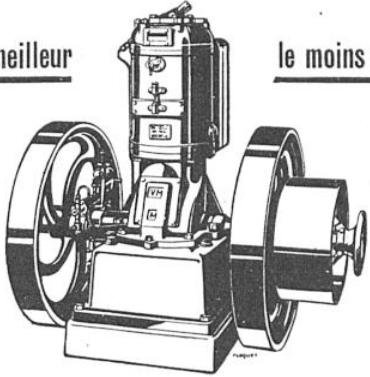
ÉMILE DURAND

80, Avenue de la Défense, COURBEVOIE (Seine)
Téléphone : Défense 06-03

La Science et la Vie est le seul magazine de vulgarisation scientifique et industrielle.

MOTEURS et TRACTEURS
AMADOU
 A HUILE LOURDE

le meilleur le moins cher

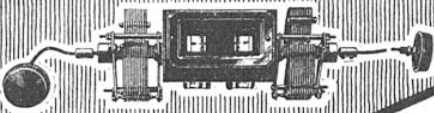


DÉPART INSTANTANÉ A FROID

P. JOSSET & C^{ie}, 98, cours de la Ceinture
 SAINT-GRATIEN (S.-et-O.)

E. TAVERNIER 71 TER RUE ARAGO
 MONTREUIL (Seine) TÉL. DIDEROT 22-82

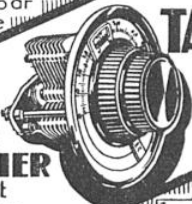
TAMBOUR TAVERNIER
 BREVETÉ S.G.D.G.



Place quelconque des boutons de manœuvre
 Eclairage unique des tambours par transparence

Les spécialités brevetées
TAVERNIER
 se trouvent dans toutes les bonnes maisons

Le C.V. TAVERNIER 1931



"AUTOREX" TAVERNIER
 BREVETÉ S.G.D.G.
 BREVETÉ FRANCE & ÉTRANGER

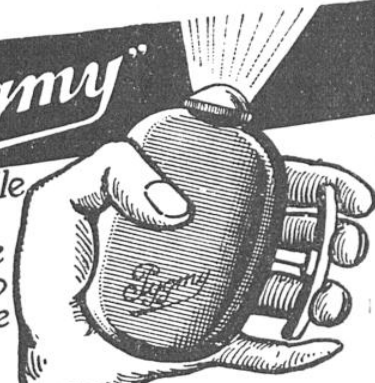


MONORÉGLAGE INSTANTANÉ
 Appareil fourni nu, ou étalonné et dans ce cas comporte le cadre et l'oscillatrice.

ENVOI FRANCO SUR DEMANDE DU TARIF 4

"Pygmy"

la nouvelle
 lampe
 de poche
 à magnéto
 inépuisable

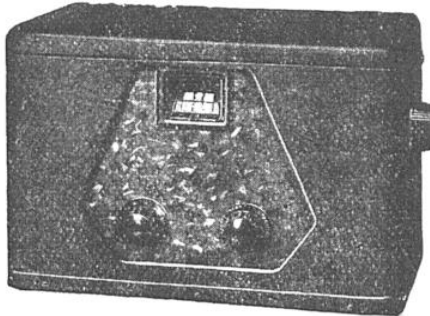


SE LOGE
 dans une poche de gilet,
 dans le plus petit sac de dame

POIDS : 175 grammes
 Présentation de grand luxe
 Fabrication de haute qualité
 Prix : 75 fr. franco

Demandez Catalogue B à :
GENERAL OVERSEA EXPORT Co.
 14, rue de Bretagne, 14 - PARIS-3^e

PUBLI - "ELGY"



PARM

PRÉSENTE SON

ELECTRAL R 2
 POSTE SECTEUR
 à 3 lampes, dont 1 valve

PRIX : 1.290 FRANCS

Établissements PARM
 27, rue de Paradis, 27 — PARIS-X^e
 Téléphone : Provence 17-23

Amateurs - Constructeurs

QUARTZ SIFRAQ

SOYEZ
EN TÊTE DU PROGRÈS
Montez des Postes
ondes courtes
en réduisant les pertes
au minimum
par l'emploi du
QUARTZ le meilleur
isolant connu

EXIGEZ
les pièces de
T. S. F. isolées
au
QUARTZ

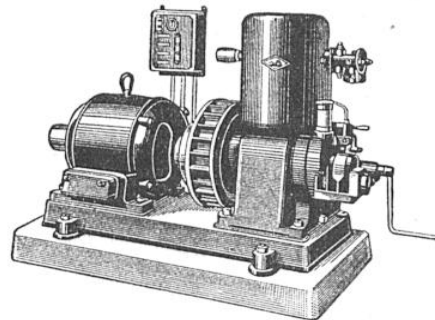
Bornes - Douilles
Selfs spéciales O. C.
Supports de self
Supports de lampes
Condensateurs fixes et
variables

SIFRAQ
48, rue Cambon, PARIS

1 FRANC LE KILOWATT

avec les groupes électrogènes
MONOBLOC

2 CV 1/2 - 1.000 Watts - 25/32/110 Volts
avec poulie pour force motrice



Notice franco en se recommandant de *La Science et la Vie*

Établissements MONOBLOC

90, Avenue Marceau, COURBEVOIE (Seine)
Tél. : Défense 14-77

Dernière création

ACER

Les
Eléments
blindés
MAGNETOÏD
BREVETÉS
S. G. D. G.

Organes de liaison perfectionnés
pour les derniers types de lampes

ACER 4^{ter}, av. du Chemin-de-fer
RUEIL - Tél. : 300 et 301
NOTICES ET SCHÉMAS SUR DEMANDE

LE VAINQUEUR DE L'ALTERNATIF

RADIOFOTOS

PAR SES LAMPES A CHAUFFAGE DIRECT OU INDIRECT

EXIGEZ
SUR UN "POSTE SECTEUR"

UN JEU DE LAMPES "RADIOFOTOS SECTEUR"
SEUL CAPABLE D'UNIR : PUISSANCE, PURETÉ et RÉGULARITÉ

Série 4 Voies									
RADIOFOTOS	5 M 4	5 402	5 410	5 415	D 9	D 100	F 10	F 5	F 100
USAGES	Diagonale	HF MF	HF MF	HF MF	BF	BF	BF	BF	BF



LA CHEVILLE MÉTALLIQUE "BOL"

permet de fixer soi-même

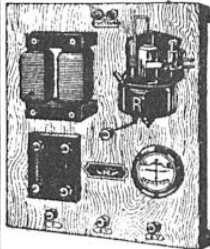
Rapidement — Proprement — Solidement
les objets dans tous les matériaux
(Plâtre, Brique, Ciment, Pierre, Céramique, etc...)

*Elles remplacent avantageusement les
scelllements et les tampons en bois.*

EN VENTE CHEZ TOUS LES QUINCAILLIERS
et 22 bis, rue des Trois-Bornes, PARIS-XI^e

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

CHARGEUR L. ROSENGART
B. S. G. D. G.



MODÈLE N°3. T.S.F.
sur simple prise de
courant de lumière
charge toute batterie
de 4 à 6 volts sous 5 ampères

**SIMPLICITÉ
SÉCURITÉ
ÉCONOMIE**

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

8 ANS D'EXPÉRIENCE
25.000 APPAREILS
EN SERVICE

L'Ingénieur Commercial

N'EST PAS UN ARTISTE EN LINGUISTIQUE ET EN
DROIT, PAS PLUS QU'UN EXPERT STÉNOGRA-
PHE OU UN ACROBATE EN MACHINE À ÉCRIRE

TOUT CELA n'a rien à voir
avec l'essence de son rôle

MILLE FOIS NON :

L'INGÉNIEUR COMMERCIAL

TEL QU'IL EST CONÇU ET FORMÉ PAR
NOUS EST L'HOMME QUI SAIT
CRÉER, ÉTABLIR, ORGANISER,

pour lui ou pour d'autres, des affaires dans
une ligne spéciale qu'il a choisie. C'est l'hom-
me qui connaît les moyens et les instru-
ments commerciaux dont il peut disposer pour

atteindre son but.

L'initiation est réalisée par l'enseignement
CHEZ SOI, dans le minimum de temps,
d'une façon pratique et efficace.

Pour renseignements et références, demandez la luxueuse
brochure gratuite de 64 pages :

L'Empire des Affaires

adressée par l'ACADÉMIE COMMERCIALE

Boulevard Montparnasse, 144/3, à PARIS



MÉTALLISATION du fer
du bois
du ciment
des tissus
PAR PULVÉRISATION MÉTALLIQUE

S'adresser à SOCIÉTÉ NOUVELLE DE MÉTALLISATION, 26, rue Clisson, Paris (13^e). Téléphone : Gob. 40-63

Quand vous avez chez vous la lumière électrique vous pouvez aussi avoir du Feu sans dépense supplémentaire de courant par l'Allumoir Electrique Moderne

WIT En vente chez tous les Electriciens

Demander NOTICE franco, au Constructeur du "WIT" 67, Rue Belloc, LYON.



TIMBRES-POSTE AUTHENTIQUES DES MISSIONS ETRANGERES

Garantis non trivés, vendus au kilo
Demandez la notice explicative au
Directeur de l'Office des Timbres-
Poste des Missions, 3, rue des Mou-
tons, TOULOUSE (France).

R.C. TOULOUSE 4.568 A

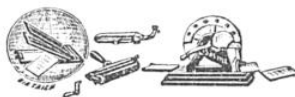


CHIENS DE TOUTES RACES

de garde, de POLICE, jeunes et adultes supé-
rieurement dressés. Chiens de luxe miniatures,
d'appartement. Grands danois. Chiens de
chasse d'arrêt et courants. Terriers de toutes
races, etc., etc. — Toutes races, tous âges.
Vente avec faculté d'échange, garantie un an contre
mortalité. Expédition dans le monde entier.

SELECT-KENNEL, à BERCHEM-Bruxelles (Belgiq.) Tél.: 604-71

DUPLICATEURS Plats CIRCULAIRES, DESSINS, MUSIQUE, ETC. Rotatifs

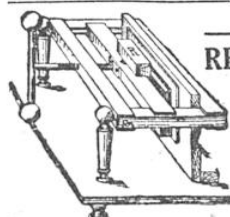


1^{er} PRIX du CONCOURS
GRAND PALAIS

IMITATION PARFAITE sans auréole huileuse
de la LETTRE PERSONNELLE

Notices A. B. à

G. DELPY, Const^r, 17, rue d'Arcole, Paris-4^e



RELIER tout SOI-MÊME

avec la RELIEUSE-MÉREDIEU
est une distraction

à la portée de tous

Outillage et Fournitures générales

Notice illustrée franco contre 1 fr.

V. FOUGERÉ & LAURENT, à ANGOULÊME

PILE ou FACE

Acheter une toute autre pile qu'une pile Wonder, c'est jouer à pile ou face. Mais acheter une "Wonder", c'est avoir la certitude d'être satisfait. Pourquoi la pile Wonder se caractérise-t-elle par sa plus longue durée et son débit plus régulier? C'est qu'elle est fabriquée avec des ammu- niacs 99,5 %, graphite 99,8 %, zinc électrolytique chimiquement pur. Employez aussi un Ruptex qui, branché sur le secteur, maintient en charge votre accu 4 volts et vous évite l'ennui de le faire recharger.

RUPTEX ET PILES WONDER

1015-1501 PUBL. ELVINGER

INVENTEURS
Pour vos
BREVETS
Adr. vous à: WINTHER-HANSEN, Ingénieur-Conseil
35, Rue de la Lune, PARIS (2^e) Brochure gratuite!



GROS: 51, rue Grenéta — PARIS (2^e)



TIMBRES-POSTE POUR COLLECTIONS

Emile CHEVILLIARD

208, rue Saint-Denis, 208 - PARIS-2^e

Maison fondée en 1877

PRIX COURANT GRATIS ET FRANCO

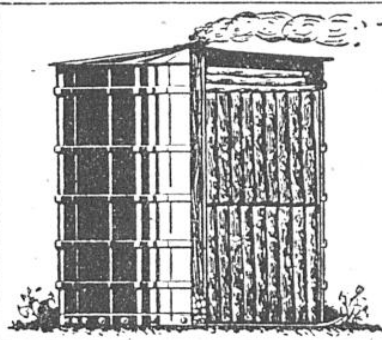
Libraires-dépôtaires, ayant magasin, sont demandés en province. Circulaire franco sur demande.

INVENTIONS ET RÉALISATIONS FINANCIÈRES

SOCIÉTÉ D'ÉTUDE ET DE VALORISATION EN PARTICIPATION

48, rue de la Chaussée-d'Antin, PARIS (9^e) - Téléphone: Trinité 40-96 et 62-90

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.



ÉT^{ES} C. DELHOMMEAU, A CLÉRÉ (I.-&-L.)

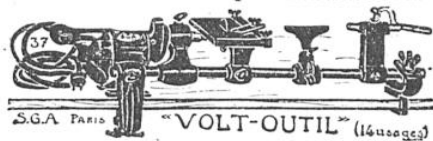
APPAREILS POUR LA FABRICATION ÉCONOMIQUE DU CHARBON DE BOIS

Modèles 1, 2, 5, 7, 10, 15, jusqu'à 1.000 stères de capacité,
à éléments démontables instantanément

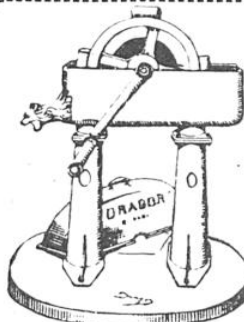
CARBONISATION DE BOIS DE FORÊTS, DÉBRIS
DE SCIERIE, SOUCHES DE DÉFRICHAGE, ETC..

Catalogue S sur demande.

S. G. A. S. ingén.-const^{rs} 44, rue du Louvre, Paris-1^{er}
Nos machines ont été décrites par « La Science et la Vie »



Qui que vous soyez (artisan ou amateur), VOLT-OUTIL
s'impose chez vous, si vous disposez de courant lumière.
Il forme 20 petites machines-outils en UNE SEULE.
Il perce, scie, tourne, meule, polit, etc..., bois et métaux
pour 20 centimes par heure.
SUCCÈS MONDIAL



DRAGOR

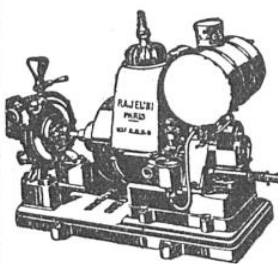
Élévateur d'eau à godets
pour puits profonds et très profonds

A la main et au moteur. -
Avec ou sans refoulement. -
L'eau au premier toir de
manivelle. Actionné par un
enfant à 100 mètres de pro-
fondeur. - Ingelabilité
absolue. - Tous roulements
à billes. - Pose facile et rapide
sans descente dans le puits.
Donné deux mois à l'essai
comme supérieur à tout ce
qui existe. - Garanti 5 ans.

Élévateurs DRAGOR
LE MANS (Sarthe)

Voir article, n° 83, page 446.

Groupe électrogène ou Moto-Pompe RAJEUNI



Bien que minuscule, ce
Groupe est de la même
excellente qualité que les
autres appareils cons-
truits par les Établis-
sements RAJEUNI.

Il comporte la perfection
résultant d'essais et ex-
périences continus.

La longue pratique de
ses créateurs se révèle
dans sa construction
simple et indéfectible.

Catalogue n°182 et rensei-
gnements sur demande.

119, r. St-Maur, PARIS-XI^e
Tél.: Ménilmontant 52-46

LE MEILLEUR
ALIMENT MÉLASSÉ

8 GRANDS PRIX
8 HORS CONCOURS
MEMBRE DU JURY
DEPUIS 1910

PAIL'MEL

SEIGLER SUR LES SACS
PAIL'MEL
M.L.
TOURY

POUR CHEVAUX
ET TOUT BÉTAIL

USINE FONDÉE EN 1901 À TOURY (EURE-ET-LOIR,
Reg. Comm. Chartres B. 41)



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

UN
SEUL

SANS ANTHRACITE ROBUR SCIENTIFIC

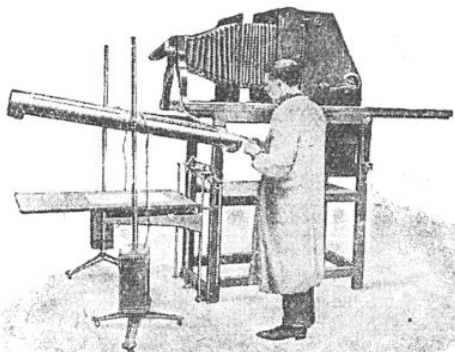
assure

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, 120, rue du Château-des-Rentiers, PARIS

LE REPROJECTOR



DEMONSTRATIONS, REFERENCES, NOTICES FRANCO

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.

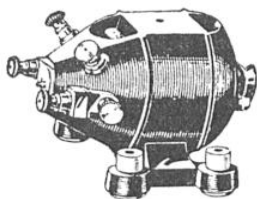
TRAVAUX D'ESSAI

aux firmes intéressées au tarif le plus réduit

DE LONGUEVAL & C^{ie}, constructeurs
17, rue Joubert — PARIS

LE MICRODYNE

Le plus petit moteur industriel du monde



MOTEURS UNIVERSELS
DE FAIBLE PUISSANCE

L. DRAKE, Constructeur
240 bis, Bd Jean-Jaurès
BILLANCOURT
Téléphone : Molitor 12-39

LA RAPIDE-LIME

Diplôme
d'honneur
Gand 1913

S'adapte instantanément aux ÉTAUX

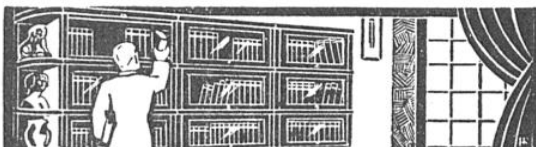
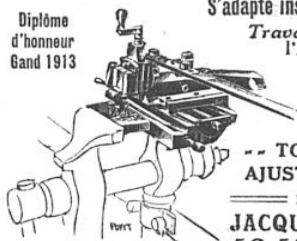
Travaille avec précision
l'Acier, le Fer, la Fonte,
le Bronze
et autres matières

Plus de Limes!
Plus de Burins!

-- TOUT LE MONDE --
AJUSTEUR-MÉCANICIEN

NOTICE FRANCO

JACQUOT & TAVERDON
56-58, rue Regnault
Paris (13^e)



BIBLIOTHÈQUES EXTENSIBLES ET TRANSFORMABLES

Demandez le Catalogue 71, envoyé gratuitement
avec le tarif complet

BIBLIOTHÈQUE M. D., 9, rue de Villersexel, 9
PARIS-VII^e Téléph. : Littré 11-28

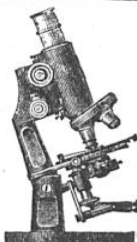
T.
S.
F.

Ets V. M. M., 11, r. Blainville, Paris (5^e)

POSTES A GALÈNE
POSTES A LAMPES
Tous prix

PIÈCES DÉTACHÉES
Meilleures conditions

APPAREILS SCIENTIFIQUES
NEUFS ET OCCASIONS
Matériel de Laboratoire, Produits chimiques
Microtome GENAT
CATALOGUE GÉNÉRAL, 1 fr. 25



Microscope V. M. M.

MANUEL-GUIDE GRATIS
INVENTIONS
BREVETS. MARQUES. Procès en Contrefaçon

H. Boettcher Fils
Ingénieur-Conseil PARIS
21, Rue Cambon



Qui dit belles dents, dit : 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.



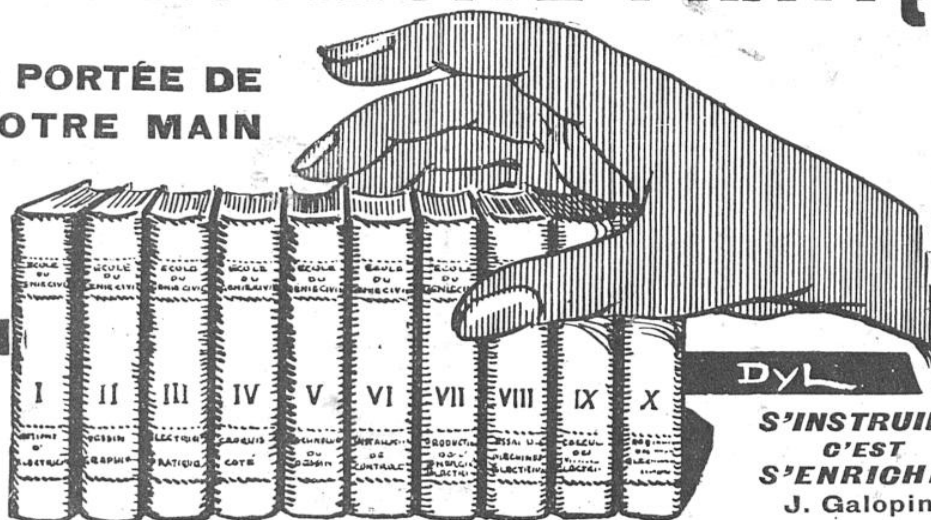
Dépôt général :

Maison FRÈRE, 19, rue Jacob - Paris

CADEAU Pour recevoir gratuitement et franco un échantillon de **DENTOL**, il suffit d'envoyer à la Maison FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris, sous enveloppe affranchie à 0 fr. 50, son adresse exacte et bien lisible, en y joignant la présente annonce de *La Science et la Vie*.

L'ÉLECTRICITÉ PRATIQUE

A PORTÉE DE
VOTRE MAIN



**S'INSTRUIRE
C'EST
S'ENRICHIR**
J. Galopin.

OUVRIERS, EMPLOYÉS, ÉTUDIANTS,

vous pouvez, en travaillant quelques heures chaque soir, quelle que soit votre instruction première, arriver à connaître à fond l'Électricité. Mais, pour cela, n'étudiez pas au hasard. Confiez-vous à la méthode progressive et à la fois pratique

DE L'ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE DE L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT
152, avenue de Wagram, Paris-17°

Des cours clairs, précis, concis, vous feront peu à peu connaître toutes les lois et les applications de l'Électricité. Les nombreux exercices soigneusement corrigés vous mettront à même, au bout de peu de temps, d'exercer votre métier comme un véritable expert.

Après chaque étape, un diplôme pourra vous être décerné, consacrant l'effort fait et vous permettant d'être déjà un homme supérieur, partant de gagner plus d'argent.

Division des Études :

a) COURS NORMAUX

Les cours normaux s'adressent aux jeunes gens qui désirent connaître à fond l'Électricité et ses calculs. Ils peuvent être suivis, quelle que soit l'instruction du candidat, à condition de commencer par un degré qui soit en rapport avec les connaissances possédées.

- 1^{er} degré : APPRENTIS ÉLECTRICIENS ET T. S. F. ;
- 2^e degré : CONTREMAÎTRES DESSINATEURS ou OPÉRATEURS DE T. S. F. ;
- 3^e degré : CONDUCTEURS ÉLECTRICIENS ou CHEFS DE POSTE T. S. F. ;
- 4^e degré : SOUS-INGÉNIEURS ÉLECTRICIENS ou T. S. F. ;
- 5^e degré : INGÉNIEURS ÉLECTRICIENS ou T. S. F.

b) Chaque degré comporte la fourniture de cours très clairs, de devoirs bien gradués et la correction de ceux-ci. Chaque degré comprend la fourniture de 10 volumes.

c) Prix spécialement réservés aux lecteurs de *La Science et la Vie* qui s'inscriront durant le présent mois et le mois suivant : 1^{er} degré, 200 fr. — 2^e degré, 300 fr. — 3^e degré, 500 fr. — 4^e degré, 750 fr. — 5^e degré, 1.200 fr. Payable 1/10 à l'inscription et le reste en 10 versements mensuels ou au comptant avec 25 % de réduction.

BULLETIN A RECOPIER ET A ADRESSER A LA DIRECTION

Prière de m'envoyer le cours de
Cl-joint mon premier versement (ou le montant total moins 25 %). Le tout conformément au tarif réduit du n° 159 de LA SCIENCE ET LA VIE.

SIGNATURE ET ADRESSE LISIBLES :