

France et Colonies : 4 fr.

N° 121. - Juillet 1927

LA SCIENCE ET LA VIE



ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

PLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

152, avenue de Wagram, 152 — Paris-17^e

J. GALOPIN, *, Q I, Ingénieur-Directeur — 22^e Année

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

Section Industrielle

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

ÉLECTRICITÉ

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

T. S. F.

P.T.T. - Marine de guerre - Marine marchande - Armée - Industrie - Amateurs.

MÉCANIQUE

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

BATIMENT

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

TRAVAUX PUBLICS

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

COMMERCE

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

AGRICULTURE

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

MÉTALLURGIE - MINES

Installation, production, conduite.

CHIMIE

Toutes les spécialités de la chimie.

Section Administrative

PONTS-ET-CHAUSSÉES

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

MARINE DE GUERRE

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

MARINE MARCHANDE

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

CHEMINS DE FER

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

P. T. T.

Employés, surnuméraires, dames, mécaniciens, monteurs, dessinateurs, école supérieure, etc.

AVIATION

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

ADMINISTRATIONS DIVERSES

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

ARMÉE

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

UNIVERSITÉ

Brevets. baccalauréats, licences, grandes écoles.

COLONIES

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

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

INSTITUT DE MÉCANIQUE APPLIQUÉE PAR CORRESPONDANCE

DE

l'Ecole du Génie Civil

(23^e année) 152, avenue de Wagram, PARIS - 17^e (23^e année)

Les prix comprennent la fourniture des cours, des devoirs et leur correction

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

DIPLOMES D'APPRENTIS ET OUVRIERS

Arithmétique, géométrie, algèbre (Notions), — Dessin graphique. — Technologie de l'atelier. — Ajustage.

Prix de cette préparation 185 fr.

DESSINATEURS ET CONTREMAITRES D'ATELIER

Arithmétique. — Algèbre. — Géométrie pratique. — Notions de physique et de mécanique. — Eléments de construction mécanique. — Croquis coté et dessin industriel. — Technologie.

Prix de la préparation 325 fr.

CHEFS D'ATELIER

ET CHEFS DE BUREAU DE DESSIN

Arithmétique. — Algèbre. — Géométrie. — Trigonométrie. — Physique. — Mécanique. — Résistance des matériaux. — Règle à calcul. — Construction mécanique. — Outillage et machines-outils. — Croquis coté et dessin industriel.

Prix de la préparation 600 fr.

SOUS-INGÉNIEURS DESSINATEURS

ET SOUS-INGÉNIEURS D'ATELIER

Compléments d'algèbre et de géométrie, de résistance des matériaux, de construction mécanique. — Cinématique appliquée. — Règle à calcul. — Electricité industrielle. — Machines et moteurs.

Prix de cette préparation 800 fr.

INGÉNIEURS DESSINATEURS

ET INGÉNIEURS D'ATELIER

Eléments d'algèbre supérieure. — Mécanique théorique. — Mécanique appliquée. — Résistance des matériaux. — Usinage moderne. — Construction mécanique. — Règle à calcul. — Construction et projets de machines-outils. — Machines motrices. — Croquis coté. — Dessin industriel. — Electricité.

Prix de la préparation 1.250 fr.

DIPLOME SUPÉRIEUR

Préparation ci-dessus avec, en plus : Calcul différentiel. — Calcul intégral. — Géométrie analytique. — Mécanique rationnelle. — Résistance des matériaux. — Physique industrielle. — Chimie industrielle. — Géométrie descriptive.

Prix de ce complément 600 fr.

MACHINES THERMIQUES ET USINES GÉNÉRATRICES

APPRENTIS ET OUVRIERS

Arithmétique, géométrie, algèbre (Notions). — Dessin graphique. — Notions de moteurs industriels.

Prix de la préparation par correspondance 185 fr.

DESSINATEURS

OU CONTREMAITRES MÉCANICIENS

Arithmétique. — Algèbre. — Géométrie. — Algèbre pratique. — Notions de physique et mécanique. — Croquis et dessin. — Technologie de l'atelier. — Réglementation des appareils à vapeur. — Machines industrielles.

Prix de la préparation par correspondance 325 fr.

CHEFS MONTEURS OU CHEFS MÉCANICIENS

Arithmétique. — Algèbre. — Géométrie. — Physique. — Mécanique. — Résistance des matériaux. — Règle à calcul. — Constructions mécaniques. — Croquis coté et dessin. — Réglementation. — Machines et moteurs industriels. — Régulation des machines. — Technologie.

Prix de la préparation par correspondance 600 fr.

SOUS-INGÉNIEURS MÉCANICIENS

Compléments d'algèbre et de géométrie, de résistance des matériaux, de construction mécanique. — Electricité. — Chauffe rationnelle. — Cours supérieur de régulation. Projets de chaudières.

Prix de la préparation par correspondance 800 fr.

INGÉNIEURS MÉCANICIENS

Eléments d'algèbre supérieure. — Complément de physique. — Mécanique théorique. — Machines et moteurs à vapeur, pétrole et gaz. — Croquis et dessin. — Technologie et machines-outils. — Chauffe rationnelle. — Réglementation. — Construction de machines thermiques. — Projets. — Electricité.

Prix de la préparation 1.250 fr.

DIPLOME SUPÉRIEUR D'INGÉNIEUR

Les candidats au diplôme doivent avoir suivi la préparation précédente ou en avoir été dispensés.

Calcul différentiel. — Calcul intégral. — Géométrie analytique. — Mécanique rationnelle. — Résistance des matériaux. — Physique industrielle. — Chimie industrielle. — Thermodynamique. — Construction d'usines.

Prix de la préparation 600 fr.

COURS SUR PLACE

L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL, 152, avenue de Wagram, Paris, répondra par lettre à toute demande complémentaire accompagnée d'un timbre pour la réponse.

Les prix indiqués sont pour le paiement par mois. — En payant au comptant, il est fait une réduction de 20 0/0.



Nous présentons maintenant le premier

POSTE-MALLETTE de T.S.F.

C'est beaucoup mieux qu'un poste-valise !

DIMENSIONS : 29 × 25 × 13 $\frac{1}{2}$ m

Poids : 4 kgr. 500

Il permet, sur son petit cadre, des réceptions à plus de 1.000 kilomètres.

INSTALLATION ABSOLUMENT COMPLÈTE comprenant : les piles sèches pour l'alimentation plaque et filament, le cadre, les écouteurs, les lampes.

Mallette très élégante en zapon, fermant à clef.

Nous avons créé, en même temps, une nouvelle formule pour la représentation.

ON DEMANDE DES AGENTS POUR CERTAINES RÉGIONS

Pendant 15 jours, les acheteurs bénéficient d'un prix de faveur exceptionnel, à titre de réclame.

NOS POSTES SONT COUVERTS PAR DE NOMBREUX BREVETS

Représentants : **Placquet**, 2, rue de l'Opéra, à Bastia (Corse). — **Thouret**, 73, rue Joseph-Morlent, au Havre (Seine-Inférieure). — **Maubourguet**, domaine des Tuileries, à Langoiran (Gironde). — **Estrade**, 5, place Louis-Comte, à Saint-Etienne (Loire). — **Michel Konteschweller**, 45, strada Popa Tatu, à Bucarest (Roumanie). — **Bouichou**, 82, rue Consolat, à Marseille, et **Berjoan**, 2, rue des Convalescents, à Marseille (Bouches-du-Rhône).

Envoi du catalogue et des références contre 3 fr. en timbres.

D' Titus KONTESCHWELLER

FOURNISSEUR DE LA MARINE FRANÇAISE
69, rue de Wattignies, 69 — PARIS (12^e)

Le montage de Super-Réaction est beaucoup plus sensible que le Super-Hétérodyne et, dans certains cas, sa sensibilité atteint un tel point que cela devient incroyable.

(RADIO-NEWS, Avril 1927, page 1229 ; le plus fort tirage de toutes les publications radio-techniques du monde.)



LA SUPER-RÉACTION

dont on a dit tant de mal, parce qu'elle représente une concurrence très dangereuse, a obtenu à l'EXPOSITION DE LIÈGE 1927, devant un jury international de savants,

la plus haute récompense
GRAND PRIX

dépassant de loin la plupart des montages chers à nos détracteurs.

Si nos montages n'étaient pas intéressants, on n'éditerait pas à New-York notre livre sur la Super-Réaction.

Nous avons établi dans le "Q. S. T." français (février, mars, avril, mai, juin 1927) la théorie mathématique de la super-réaction.

Nous construisons nos postes depuis **trois ans et demi** et nous en avons vendu des **milliers**.

De par leur principe même, ils sont en avance de plusieurs années sur tous les postes existants.

SUR DEMANDE, VENTE A CRÉDIT



DANS l'industrie textile, la lubrification des machines a d'abord pour objet — comme dans toute industrie — d'assurer la sécurité de fonctionnement mais elle doit aussi tendre à réduire au minimum, les résistances passives de frottement qui absorbent la plus grande part de la puissance motrice mise en jeu.

Faite selon les indications du Service Technique de la Vacuum Oil Company, dans une importante fabrique de tissus de l'Isère, la mise au point du graissage d'un métier à filer Rieter-Winterthur, commandé au moyen d'un moteur Oerlikon 10 C. V., transmettant le mouvement par courroies, a permis....

une économie de 15% sur la puissance absorbée
l'augmentation de 1.000 "tours minute" de la
vitesse des broches (9.000 au lieu de 8.000)

d'où

production accrue de 12,5%

et ceci uniquement

grâce à la qualité supérieure des lubrifiants

Quelle que soit votre industrie, le Service Technique de la Vacuum Oil Company est à votre disposition pour vous indiquer comment le graissage rationnel est capable d'assurer la continuité de votre fabrication, de vous procurer des économies et des bénéfices plus considérables.



Un lubrifiant approprié pour chaque type de machine

Tous renseignements complémentaires sur demande adressée à la

VACUUM OIL COMPANY

Société Anonyme Française — 34, rue du Louvre — PARIS

Nom

Adresse

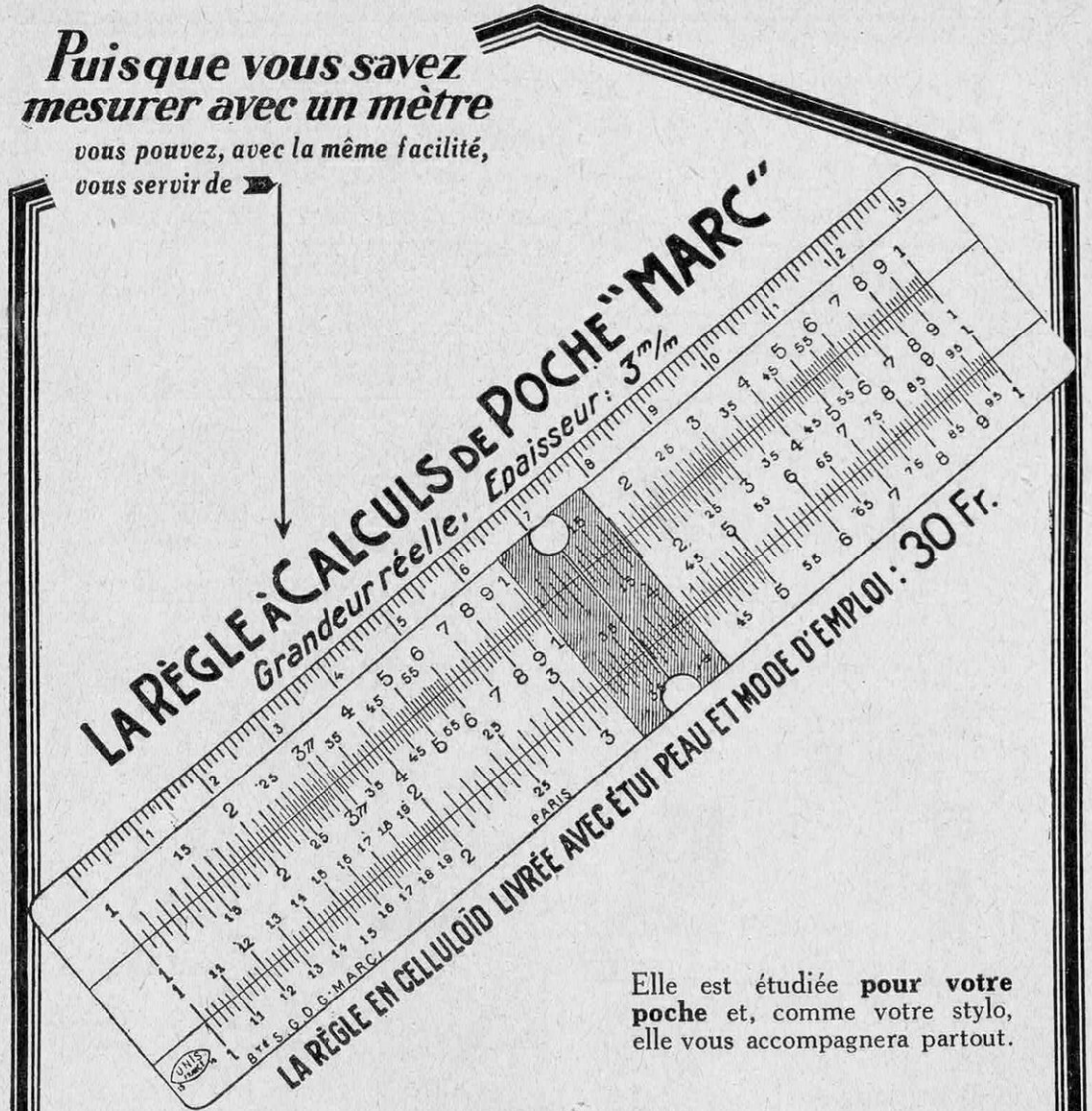
Profession

Retourner ce coupon sous enveloppe fermée.

04 G

*Puisque vous savez
mesurer avec un mètre*

*vous pouvez, avec la même facilité,
vous servir de*



LA RÈGLE À CALCULS DE POCHE "MARC"
Grandeur réelle. Epaisseur: 3^m/_m

LA RÈGLE EN CELLULOÏD LIVRÉE AVEC ÉTUI PEAU ET MODE D'EMPLOI : 30 Fr.

Elle est étudiée **pour votre poche** et, comme votre stylo, elle vous accompagnera partout.

DÉTAIL :
APPAREILS DE PRÉCISION, PAPETIERS, OPTICIENS, LIBRAIRES

GROS EXCLUSIVEMENT : MARC, 41, rue de Maubeuge, PARIS — Téléphone : Trudaine 75-72

Si

*vous ne la trouvez pas chez
ces détaillants priez les
de nous la
réclamer*

PHOTO-HALL

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

(MAISON FRANÇAISE. — REGISTRE DU COMMERCE N° 122.553)

N. B. — Notre Maison, qui se consacre depuis plus de 30 années à la construction et à la vente des appareils photographiques, ne livre que des instruments minutieusement vérifiés, formellement GARANTIS, expédiés FRANCO DE PORT ET D'EMBALLAGE et pouvant être échangés lorsqu'ils ne répondent pas au goût de l'acheteur.

Compte de Chèques Postaux : PARIS N° 217.29



LE DÉBUTANT

Appareil employant à volonté les pellicules 6×9 ou les plaques 6½×9, objectif achromatique, obturateur pose et instantané.

55 francs

Plaques 6½×9, la dz. 6.70
Bobine de pellicules... 7.30



PERFECT-PLIANT N° 0

Appareil soigné pour plaques 6½×9 ou pellicules film-pack, objectif achromatique, obturateur pose et instantané.

125 francs

Avec obj. rectiligne. 160.»
Avec anastigm. P.H. 195.»



PERFECT-PLIANT N° 1

Appareil pour plaques 9×12 ou pellicules film-pack, obturateur à vitesses variables et objectif anastigmat PERFECT.

225 francs

Av. anast. HERMAGIS 325.»
Av. anast. ROUSSEL 275.»

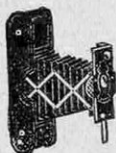


PERFECT-PLIANT N° 2

Appareil soigné pour plaques 9×12 ou pellicules film-pack, crémaillère, obtur. à vitesses variables, objectif anastig. PERFECT.

325 francs

Av. Anast. HERMAGIS 425.»
Av. anast. BERTHIOT 525.»



LE VEST POCKET

Appareil KODAK pour pellicules 4×6½, monté avec objectif achromatique extra-rapide et obturateur pose et instantané.

185 francs

Av. anastigmat P. H. 353.»



BROWNIE-PLIANT

Appareil KODAK pour pellicules 6×9, obturateur à vitesses variables, objectif achromatique extra-rapide et dos autographique.

275 francs

Av. anastigmat P. H. 375.»



PERFECT-PLIANT N° 7

Appareil soigné pour pellicules 6½×11 ou plaques 6½×9, obturateur de précision et objectif anastigmat PERFECT. F. : 6.3.

560 francs

Av. anast. HERMAGIS 700.»



PERFECT-PLIANT N° 8

Appareil de précision pour pellicules 8×10½ ou plaques 9×12, obturateur IBISO et objectif anastig. BERTHIOT. F. : 5.7.

1100 francs

Av. anast. ZEISS F.4.5. 1390



PERFECT-PLIANT N° 0

Appareil soigné pour plaques 6½×9 ou pellicules film-pack, crémaillère, obtur. à vitesses variables, objectif anastig. PERFECT.

275 francs

Av. anast. BERTHIOT 490.»

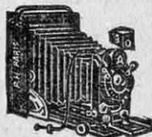


PERFECT-PLIANT N° 3

Appareil de précision pour plaques 9×12, pellicules film-pack ou plaques en couleurs, obturateur IBISO et objectif anastigmat PERFECT. F. : 6.3.

550 francs

Av. anast. HERMAGIS 675.»

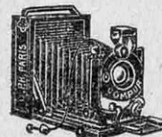


PERFECT-PLIANT N° 3

Appareil de précision pour plaques 9×12, pellicules film-pack ou plaques en couleurs, obturateur IBISO et objectif anastigmat ROUSSEL. F. : 6.3.

625 francs

Av. anast. BERTHIOT 725.»



PERFECT-PLIANT N° 4

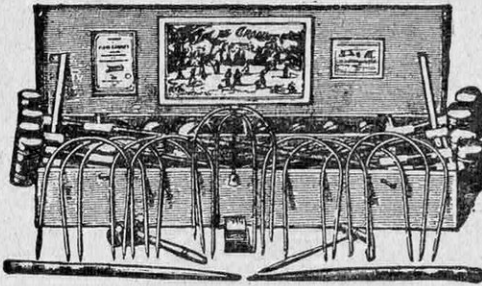
Appareil de luxe pour plaques 9×12, film-pack ou plaques en couleurs, obtur. COMPUR et objet. anast. ROUSSEL. F. : 4.5.

1150 francs

Av. anast. ZEISS F : 4.5 1450

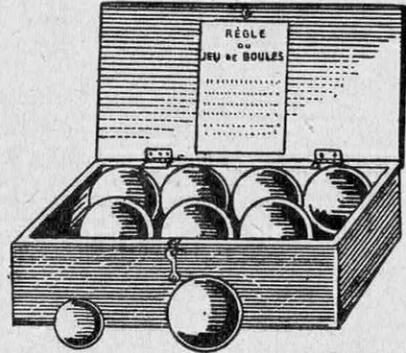
APPAREILS DE TOUS MODÈLES — CATALOGUE GRATUIT

TOUS SPORTS ET JEUX DE PLEIN AIR



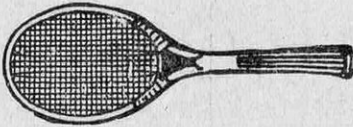
CROQUET, bois dur verni fin

Dimensions des maillets.....	0 m. 75	0 m. 80	0 m. 85
	89. »	102. »	112. »
Dimensions des maillets.....	0 m. 90	0 m. 95	1 m.
	126. »	140. »	165. »



JEU DE COCHONNET, boules de 90 à 100 $\frac{1}{2}$ de diam., orme ou frêne poli. Le jeu de 8 boules | 12 boules

	46. »	65. »
Le même avec boules ferrées..	75. »	115. »



RAQUETTES, fabrication supérieure. — Modèles :

Boy	30. »	Olympic	100. »
Nassau	40. »	Richmond	125. »
Club	60. »	Spécial Meb	180. »
Champion	65. »	Royal Meb	195. »
Superb	70. »	Extra Meb	250. »
Daisy	95. »	Impérial Meb	340. »
Marvel	90. »	Cambrian	325. »

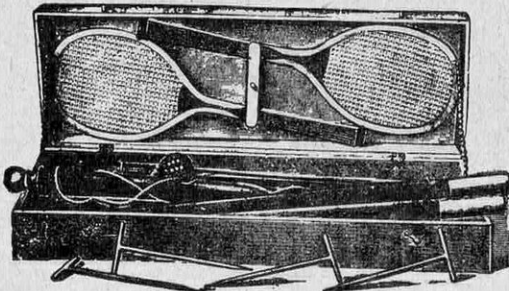
BALLES DE TENNIS

Spécial Meb	La douz.	80. »
Extra Meb	—	90. »
Royal Meb	—	135. »

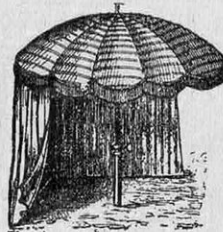


Le DECK-TENNIS est un jeu dérivé du Tennis pouvant être joué par les personnes de tout âge ; il est le jeu idéal pour jardins, squares, plages, etc... Les règles du jeu de Deck-Tennis sont les mêmes que celles du Tennis ; une règle est livrée avec le jeu. Le matériel comprend le filet monté sur deux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

Deckball ou anneaux de rechange, la pièce..... 750



JEU DE SPIRA-POLE complet, 4 pièces démontables (diamètre du poteau : 50 $\frac{1}{2}$ m.). Modèle renforcé, plus 2 raquettes robustes placées dans l'intérieur du couvercle de la boîte. 285. »



PARASOL POUR JARDINS, article spécial, monture acier rond, pique cuivre forte, 10 branches, couverture coutil rayé, bavoline avec branche, rideaux fermant la moitié du parasol, agrafes dans le haut, œillets et cordes dans le bas, piquets, maillet.

Long. des branches.	0 m 80	0 m 90	1 m 00	1 m 10	1 m 25
Diam. du parasol...	1 m 45	1 m 60	1 m 80	2 m 00	2 m 25
Prix du parasol	165. »	180. »	205. »	240. »	345. »
Prix du 1/2 rideau..	110. »	115. »	125. »	140. »	185. »

MESTRE & BLATGÉ

46-48, avenue de la Grande-Armée
PARIS

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

CATALOGUE S.V. « SPORTS ET JEUX » (375 pages, 5.000 gravures, 25.000 articles), franco : 3 fr. 50

CATALOGUE AUTO (1.032 p.), franco : 8 fr. - Vient de paraître : Le NOUVEAU CATALOGUE T.S.F. (200 p.), 6 fr.

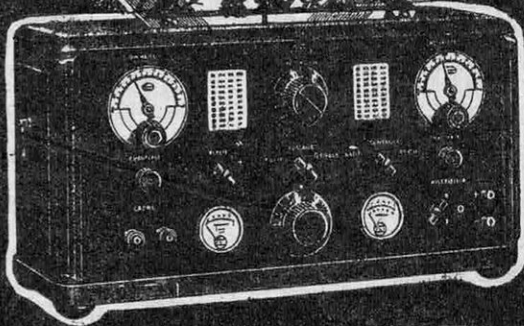
AGENCES : MARSEILLE	BORDEAUX	LYON	NICE	NANTES	ALGER
136, cours Lieutaud	14, quai Louis-XVIII	82, av. de Saxe	Rues P.-Déroulède et de Russie	1, rue du Chapeau-Rouge	30, bd Carnot

La Science et la Vie est le seul magazine de vulgarisation scientifique et industrielle.



L'ULTRA-HETERODYNE VITUS

*vous en assurera l'audition
harmonieuse*



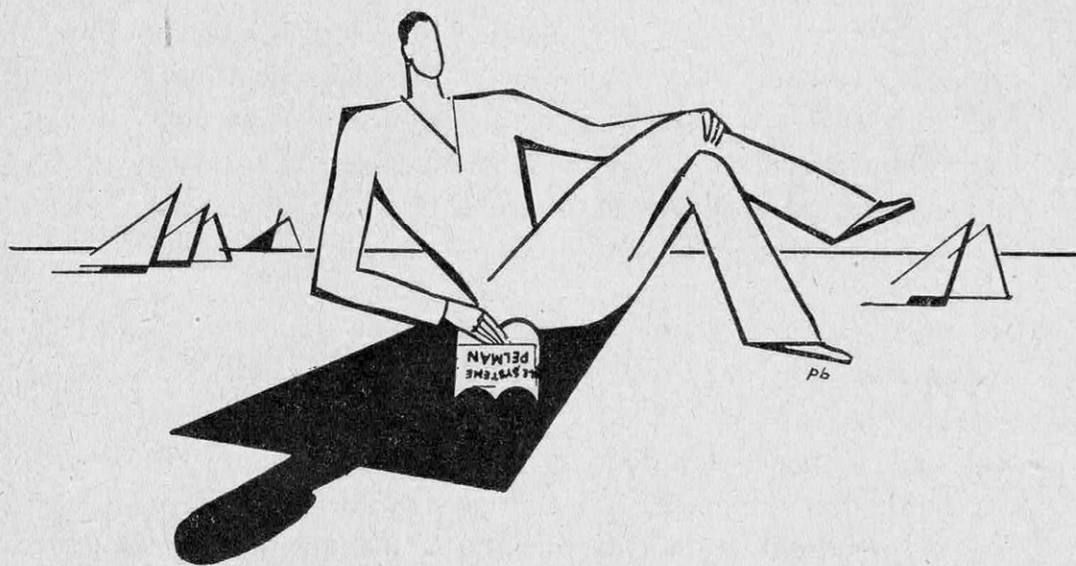
*le plus
facile à
régler*

*puissant
selectif
plus*

Établissements **VITUS**
90 rue Darnémont PARIS
Salon d'Auditions

Hors Concours, Exposition Internationale de Liège
Fournisseur breveté de la Cour Royale de Roumanie

NOTICE SPÉCIALE S SUR DEMANDE



VOILA LES VACANCES !..

*Revenez bronzé...
et capable d'élargir votre place au soleil...*

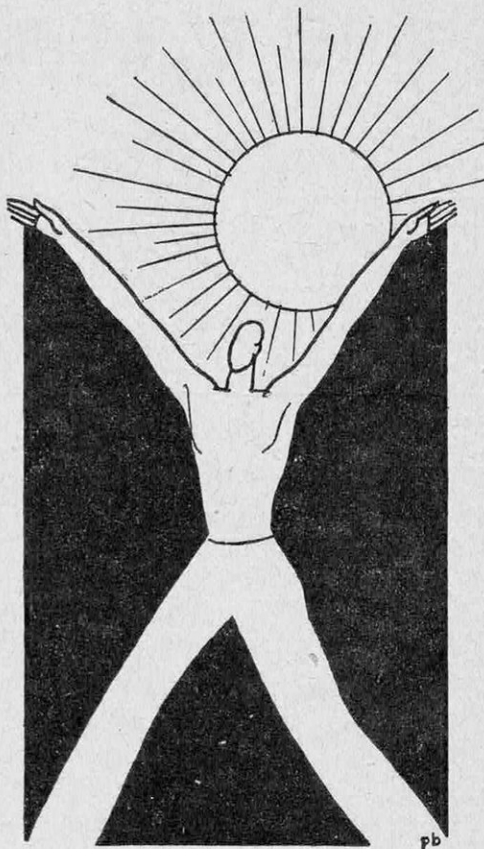
VOUS allez refaire de longues et saines excursions en montagne, à moins que vous ne préfériez les joyeux ébats au bord de la mer. Vos heures de repos, sous les grands arbres ou sur la plage, vous les agrémenterez de lectures : d'abord votre journal préféré... ensuite un livre... sans doute hâtivement choisi entre deux trains.

Pourquoi ne mènerez-vous pas de front votre régénération physique et votre rétablissement moral ? Ne l'oubliez pas : plus encore que votre corps, votre esprit a souffert de la dure lutte quotidienne que vous venez de mener pendant un an. Sous les assauts répétés des difficultés de l'existence, votre énergie est battue en brèche, votre volonté s'émousse et, disons le mot, votre « moteur cérébral se grippe ».

Le moment est propice : c'est pendant que le soleil baigne votre corps, pendant que votre organisme travaille au ralenti, qu'il vous faut accumuler des réserves d'énergie, aiguïser vos facultés, bref, vous découvrir un but accessible et rémunérateur. Ce rayonnement intérieur, grâce auquel vous vous tracerez une autre ligne de conduite, vous le trouverez dans la lecture des premiers livres Pelman.

Ces petits livres... connus sous le nom de *Livres du Succès...* tiendront peu de place dans votre malle. ILS EN TIENDRONT BEAUCOUP DANS VOTRE VIE. Bientôt ils la transformeront radicalement. L'ardeur et l'aisance avec lesquelles vous aborderez, dès l'automne, les multiples problèmes de l'existence vous surprendront. Autour de vous, on ne manquera pas de remarquer votre changement moral et votre rajeunissement intellectuel.

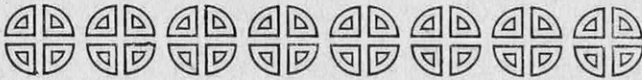
Faites - vous adresser la brochure gratuite de l'*Institut Pelman*. Vous aurez ainsi un aperçu précis de ce que peut vous faire acquérir et gagner le Système Pelman.



Faites de vos prochaines vacances le point de départ d'une vienouvelle. Revenez bronzé... et Pelmanisé, c'est-à-dire capable d'élargir votre place au soleil.

Institut Pelman
33, rue Boissy - d'Anglas
PARIS-8°

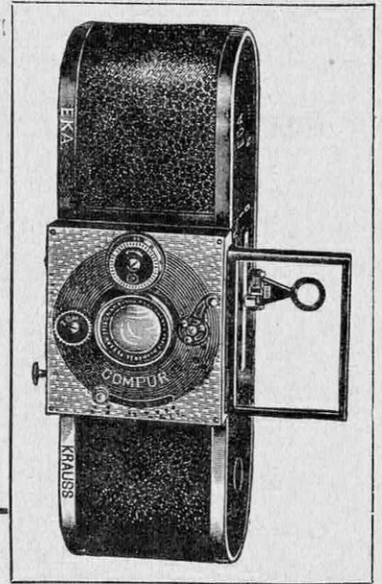
Institut Pelman
33, rue Boissy - d'Anglas
PARIS-8°



“Eka”

APPAREIL POUR
BOBINES DE PELLICULES CINÉ NON PERFORÉES

25 ou 100 poses — $30 \times 45 \frac{m}{m}$



LA MARQUE

KRAUSS

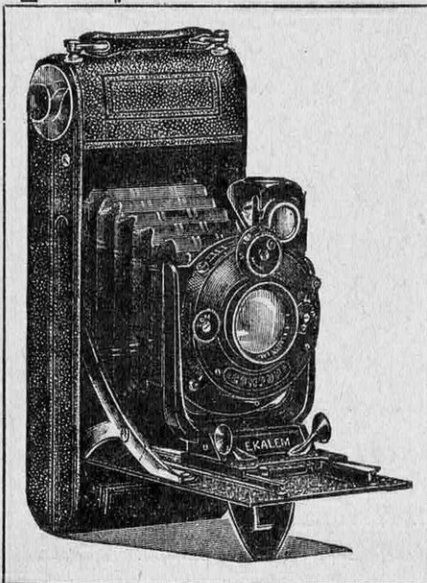
EST LA GARANTIE

la plus **INDISCUTABLE**

de **PRÉCISION,**

de **PERFECTION**

.....
EXIGEZ-LA SUR VOS JUMELLES, OBJECTIFS,
APPAREILS
PHOTOGRAPHIQUES



“Ekalem”

POUR PELLICULES EN BOBINES 6×9 et $6 \frac{1}{2} \times 11$

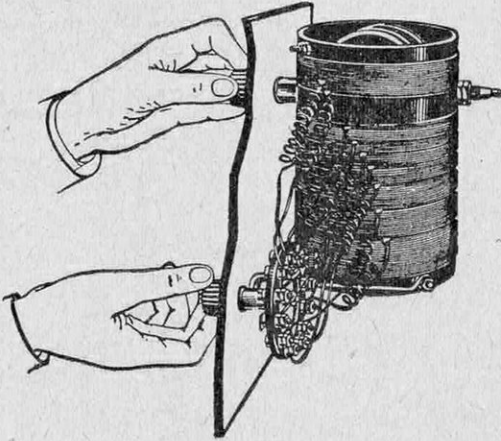
Construction parfaite

DEMANDER NOTICE B à

Société des Établissements KRAUSS

18, rue de Naples, PARIS

le Variocoupleur B..C.. 468



Supprime
la self
interchangeable

Pour tirer encore plus de plaisir de votre poste, remplacez vos Selfs Interchangeables par un VARIOCOUPLEUR B.. C.. 468 (Toutes Ondes). Vous supprimerez l'ennui des tâtonnements dans la recherche des concerts; vous vous éviterez une série de manœuvres pour passer d'un poste à un autre.

Le simple mouvement du commutateur vous permettra de parcourir toute la gamme de longueur d'onde de 180 à 3000 mètres; le jeu du cadran de réaction vous donnera l'accroissement de puissance que vous cherchez et l'élimination des stations gênantes.

Le VARIOCOUPLEUR B.. C.. 468 augmente infiniment le plaisir

que vous procure votre poste en en simplifiant le maniement.

Notre COMMUTATEUR B.. C.. 198 complète bien l'emploi du Variocoupleur "Toutes Ondes"; c'est le seul qui réunisse des qualités mécaniques exceptionnelles à des qualités électriques jamais encore réalisées. Sa perte en haute fréquence, par l'élimination presque totale de toute matière, est réduite absolument au minimum et ses contacts, grâce à la qualité du bronze ressort employé, sont d'une sécurité complète.

MONTAGE: pour l'ensemble de ces deux pièces, juste deux trous de 7,5^m/_m à percer.

VOTRE POSTE N'EST NI BON NI COMPLET SANS CES 2 PIÈCES B.. C..
EN VENTE CHEZ LES MEILLEURS FOURNISSEURS

Les fabricants des pièces **B..C..**

BROADCASTING CORPORATION

128. RUE JEAN - JAURES — LEVALLOIS. (Seine)

Horo-Memo

**RAPPELLE PAR
SONNERIE TOUT CE
QUI A ETÉ NOTÉ
AU MEMORANDUM**



Horo-Memo, création française, apporte à la mémoire le secours de la mécanique. Indispensable à tous ceux dont le temps est précieux, ou dont le travail doit être exécuté à heures fixes : Chefs de maison, Chefs de service et Employés ou Agents d'exécution, pour qui la ponctualité est essentielle : au téléphone, au courrier, à l'expédition, au secrétariat, etc..., etc.

C. MAMET & C^{IE}

59, rue de Richelieu, 59 - PARIS

GUTENBERG 15-15 ET 01-23

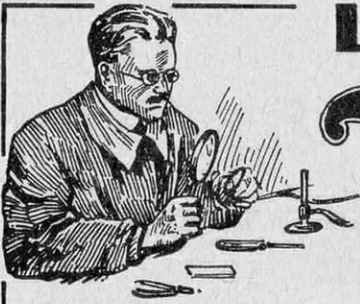
COUPON A DÉTACHER

Veuillez m'adresser franco les notices HORO-MEMO.

NOM

ADRESSE.....





LE HAUT PARLEUR Brown

EST UNE PIERRE DE TOUCHE

A QUOI RECONNAIT-ON
UNE BONNE INSTALLATION?

A CE QU'ELLE EST ÉQUIPÉE AVEC UN
"BROWN"

VOUS NE SAUREZ PAS TOUT CE
QUE PEUT DONNER UN RÉCEPTEUR
TANT QUE VOUS NE L'AUREZ
PAS ESSAYÉ SUR UN "BROWN"

EN VOUS RECOMMANDANT DE
"LA SCIENCE ET LA VIE"
VOUS RECEVREZ L'ALBUM
"BROWN" FRANCO

BROWN. S.E.R.

12, RUE LINCOLN, 12

— PARIS 8^e —

AGENCE EXCLUSIVE FRANCE ET COLONIES

LE BROWN EST LE HAUT PARLEUR
LE MIEUX ADAPTÉ
AUX RÉCEPTEURS
A CHANGEUR DE FRÉQUENCE.



Voici les beaux Jours MONET & GOYON

vous offre la gamme de

Ses modèles 1927

de 2 à 6 C. V. 2 et 4 temps

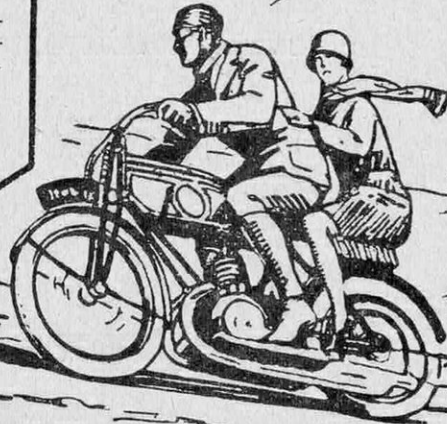
dont les qualités, éprouvées par de nombreuses victoires sportives, vous permettront de mieux goûter

Les Joies du Tourisme

NOTICE FRANCO A

MONET & GOYON

121, rue du Pavillon, MACON



PILE FÉRY

à dépolarisation par l'air

pour Sonneries, Télégraphes, Téléphones, Pendules électriques, Signaux, etc.

AMATEURS DE T. S. F., VOICI DES CHIFFRES :

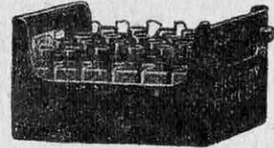
Durée **indéfinie** par remplacement du zinc et du sel

Durée d'une charge de zinc et de sel :

Tension-plaque 4 lampes (Batterie 00/S) **750** HEURES

Tension-plaque 6 lampes (Batterie 0/S) **1.500** HEURES

Chauffage direct sans accumulateurs
(Pile Super 3) **1.000** HEURES



BATTERIE 00/S

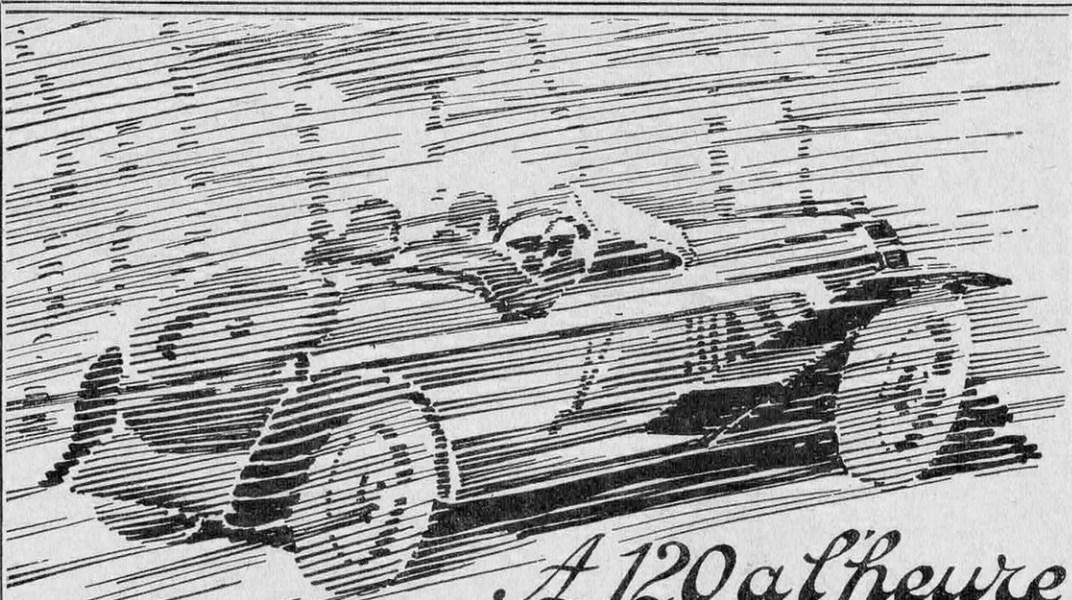
ETAB^{TS} GAIFFE-GALLOT & PILON

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 12.000.000 DE FRs

23, RUE CASIMIR-PÉRIER, PARIS (7^E ARR^T)

Succursales à : BORDEAUX, 67, cours de Verdun — LILLE, 8, rue Caumartin — LYON, 25, Quai de Tilsitt

TÉLÉPH. : FLEURUS 26-57 & 26-58 — R. C. SEINE 70.761



*A 120 à l'heure
les arbres ne font plus
qu'un mur.....*

C'est à peu près ce qui arrive au sans-filiste qui veut régler un appareil dont les condensateurs ne sont pas, ou sont insuffisamment démultipliés. Il entend confusément tous les postes, mais il ne peut pas les séparer pour écouter confortablement l'émission de son choix.

IL EXISTE UN CONDENSATEUR DÉMULTIPLIÉ AU 1/400^e

Un tour de bouton n'imprime au cadran principal, et par suite au rotor, qu'un quatre-centième de tour.

Grâce à cette démultiplication ultra-micrométrique, on sépare aussi aisément l'une de l'autre les émissions sur ondes courtes que les émissions sur grandes ondes, et cela si voisines que soient les longueurs d'ondes.

Ce condensateur possède en outre :

Un isolement au quartz, grâce auquel les pertes sont nulles.

Un rattrapage automatique de tous les jeux.

Une rigidité absolue, un aspect impeccable, une grande facilité de montage.

Il existe en 0,25/1.000, 0,33/1.000, 0,50/1.000, 1/1.000 de microfarad.

Modèles STANDARD, SQUARE-LAW et STRAIGHT-LINE.

IL PORTE LA MARQUE **PIVAL** UNIVERSELLEMENT RENOMMÉE

PIVAL, S. A., à TULLE (Corrèze)



.....
CHANARD

Usines à La Malmaison-Rueil (S.-et-O.)
 Magasins : 65, rue de Rome, Paris

LES APPAREILS



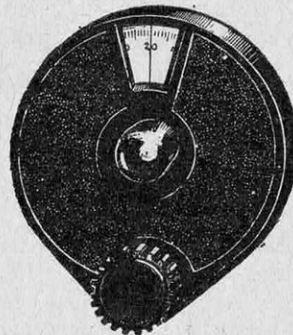
sont en vente partout

LE DIFFUSEUR
 RÉPUTÉ
 à diaphragme libre et interchangeable



Prix : 200 fr.

LE NOUVEAU
CADRAN DÉMULTIPLICATEUR
 Simple - Précis - Élégant



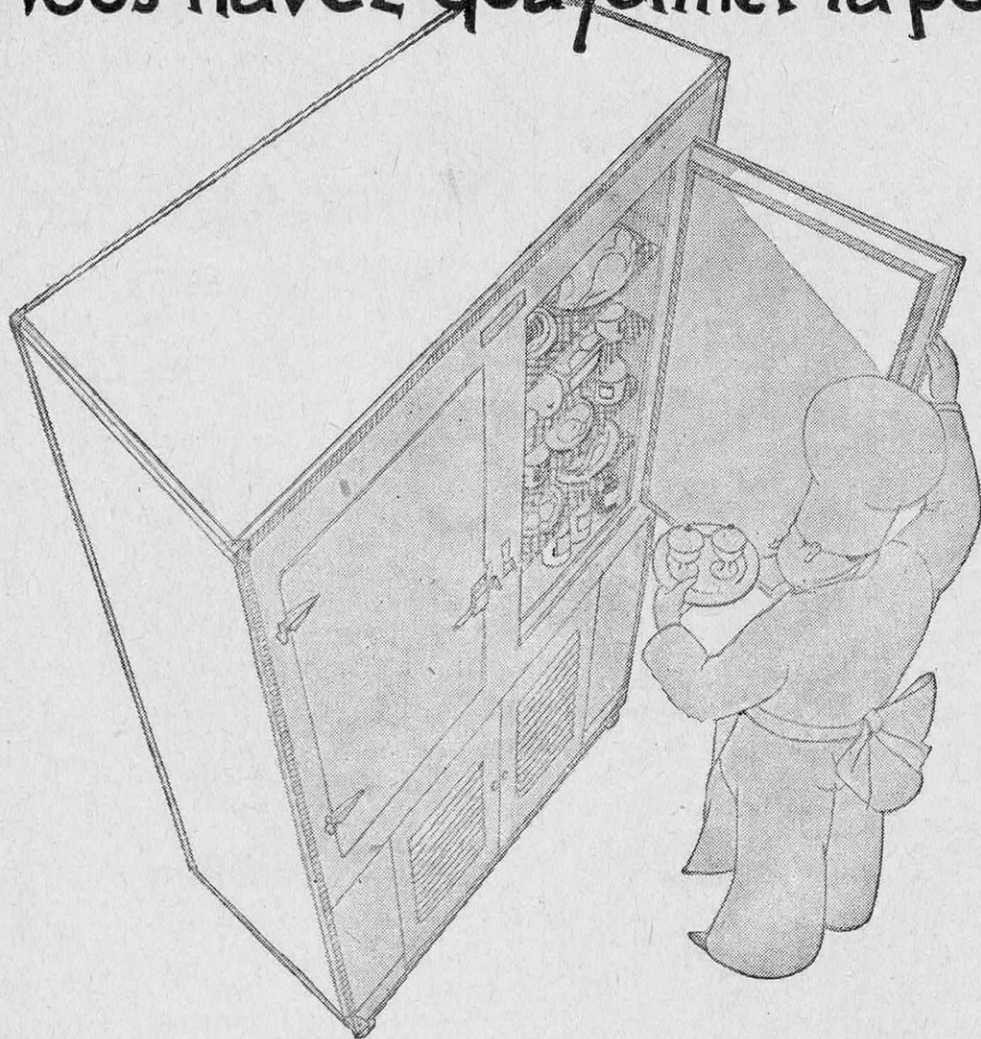
Prix : 25 fr.

.....
 Vous serez intéressés par les Notices de nos accessoires, que nous vous enverrons **gratuitement** sur votre demande.

GROS : SAFIR, 33, rue d'Hauteville, PARIS-X^e
 Téléphone : Provence 20-10

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

Vous n'avez qu'à fermer la porte



Rien d'autre à faire -

Frigidaire est le système de réfrigération électrique le plus parfait, il se passe de tout contrôle humain. La température est maintenue automatiquement. Vous n'avez rien d'autre à faire que de fermer la porte de l'armoire.

Frigidaire conserve aux aliments, aux mets quels qu'ils soient, leur aspect engageant, leur fraîcheur savoureuse. Modèles domestiques et commerciaux. Tous renseignements gratuits.

FRIGIDAIRE LTD
(Dept S. V. 4)

46, rue La Boétie, Paris - 8^e

Frigidaire

DU COURANT ET C'EST TOUT

DEMANDEZ CETTE BROCHURE

Pour recevoir gratis notre intéressante brochure spéciale sur "La Réfrigération sans Glace" envoyez ce coupon avec vos nom et adresse.

FRIGIDAIRE Ltd. (Dept S.V. 4)
46, rue La Boétie, Paris - 8^e

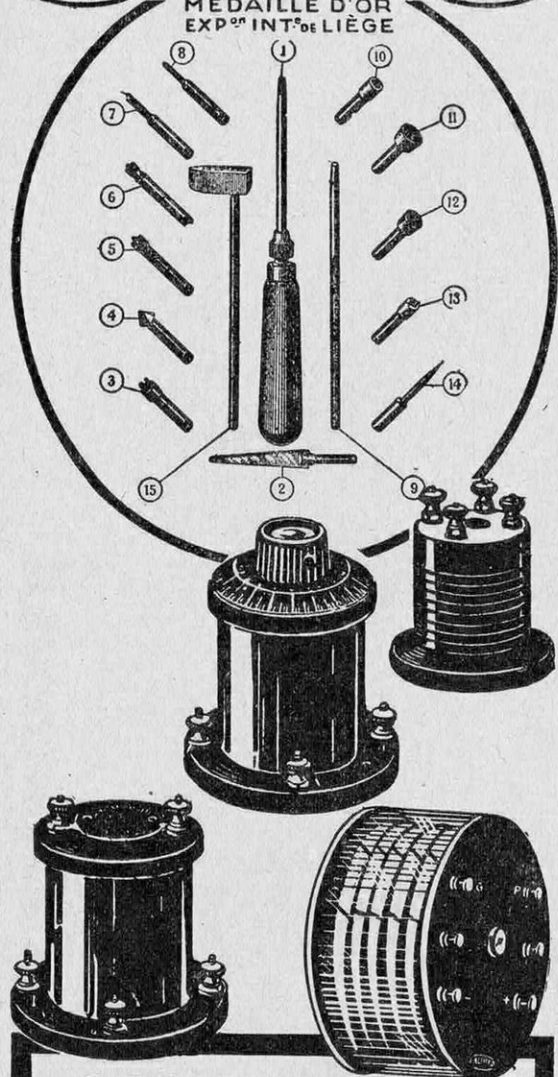
Envoyez-moi, S.V. P., votre brochure sur "La Réfrigération sans Glace".

NOM

ADRESSE

VILLE

AUDIOS **OUTIL MULTIPLE** **AUDIOS**
MÉDAILLE D'OR
EXP^{te} INT^l de LIÈGE



**OSCILLATEUR
ET TRANSFOS** MOYENNE
FRÉQUENCE
pour

Modulateur "AUDIOS"

MÉDAILLE DE VERMEIL EXP^{te} INT^l de LIÈGE

"Au pigeon voyageur"

G. DUBOIS

SPÉCIALISTE DE LA PIÈCE DÉTACHÉE

GROS : 5 et 7 rue Paul-Louis-Courier, Paris

DÉTAIL : 211, boulevard Saint-Germain, Paris

Tous renseignements et Catalogue sur demande

Madame,

l'Aspirateur électrique
"CALOR"

vendu à un prix imposé, débarrassera votre demeure de toutes les poussières et la rendra saine et agréable.

Demandez une démonstration chez les électriciens ou dans les grands magasins.

Vous saurez pourquoi le connaisseur ne veut que CALOR, en réclamant l'envoi franco de la notice "Le Nettoyage absolu" à la

Société "CALOR"

200, rue Boileau


LYON



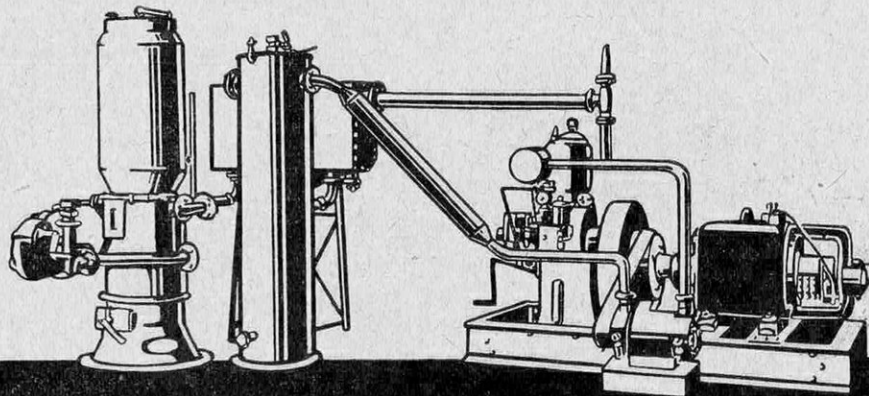
Nouveau Prix

790 frs

Plus de 5 millions
d'appareils
en usage



20 centimes le cheval-vapeur



Gazogène au charbon de bois alimentant tous moteurs, fixes ou mobiles, de 3 à 100 C. V. Économie vraie de 70 à 80 % sur l'emploi de l'essence.

Équipement spécial pour « FORDSON » et locotracteurs.

Appareils de carbonisation avec ou sans récupération.

RENSEIGNEMENTS, RÉFÉRENCES ET CATALOGUE FRANCO

Gazogène "MALBAY"

Société Anonyme d'exploitation des Procédés MALBAY

CAPITAL : 3.000.000 DE FRANCS

1^{bis}, rue Billaut, à LA COURNEUVE (Seine)

R. DARMONT

Constructeur du MORGAN

USINES :

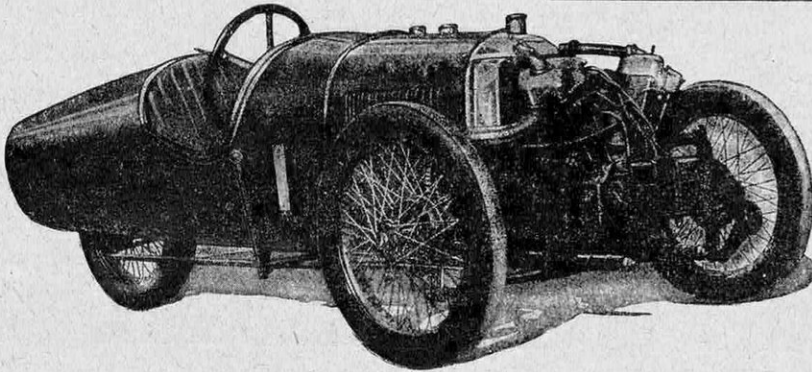
Rue Jules-Ferry, COURBEVOIE (Seine)

Téléphone : 525

EXPOSITION :

178, rue de Courcelles, PARIS

NOUVEAU MODÈLE

“ DARMONT-SPECIAL ”

VITESSE :

150 kilomètres
à l'heure

PRIX :

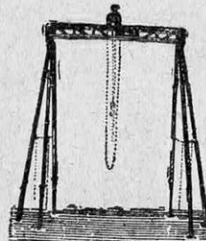
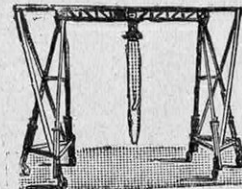
13.500 frsPuissant freinage avant - Châssis renforcé
Moteur 2 cylindres à culbuteurs2 magnétos allumage jumelé
Pneus de 27×4 sur jante à base creuse**EFFORT SUPPRIME - MANUTENTION RAPIDE**

de pièces lourdes, en tous endroits

PAR LE

Pont Démontable Universel

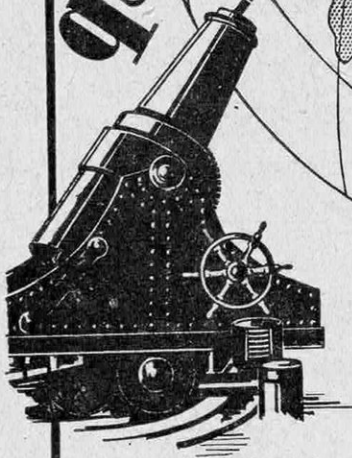
(Système Diard, brev. S. G. D. G., France et Étranger)

APPAREIL DE LEVAGE1° **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 **1.800 fr.**

NOMBREUSES RÉFÉRENCES dans : Chemins de fer, Armée, Aviation, Travaux publics, Électricité, Agriculture, Industries chimiques, Métallurgie, Mécanique, Automobiles, etc.

Notamment en France, Angleterre, Hollande, Belgique, Suisse, Italie, Espagne, Égypte, Tunisie, Algérie, Maroc, Sénégal, Congo, Madagascar, Indochine, Côte d'Ivoire, Malaisie, Bolivie, Turquie, Syrie, Palestine.

Demander Notices en français, anglais, espagnol : 6, r. Camille-Desmoulin, Levallois-Perret (Seine). Tél. : Levallois 432



RÉFÉRENCES

LES PREMIERS RÉCEPTEURS A RÉGLAGE AUTOMATIQUE ONT ÉTÉ PRÉSENTÉS PAR LA MAISON BERRENS

A L'EXPOSITION DE T.S.F. DE LUNA-PARK EN OCTOBRE 1925

3000

DE CES APPAREILS SONT ACTUELLEMENT EN SERVICE

**LE NOUVEAU RÉCEPTEUR
BERRENS**

TYPE A. B. 4^{TER}

**A RÉGLAGE AUTOMATIQUE
ET SANS ORGANES AMOVIBLES**

SE RECOMMANDE AU CHOIX DES AMATEURS PAR LES AVANTAGES SUIVANTS

1° RÉGLAGE AUTOMATIQUE

A L'AIDE D'UN CADRAN GRADUÉ DIRECTEMENT EN LONGUEURS D'ONDES, L'ÉTALONNAGE EST INDÉPENDANT DE LA VALEUR DE LA RÉACTION AINSI QUE DE L'ANTENNE UTILISÉE.

2° SIMPLICITÉ DE FONCTIONNEMENT

AUCUNE BOBINE AMOVIBLE: UN COMMUTATEUR "UNIVERSSEL" SYSTÈME BERRENS RÉALISE LA CONNEXION APPROPRIÉE, LA PLUS GRANDE FACILITÉ DE RÉGLAGE COMPATIBLE AVEC LA RÉCEPTION SUR ANTENNE DE TOUS LES POSTES EUROPÉENS EN HAUT-PARLEUR EST ASSURÉE.

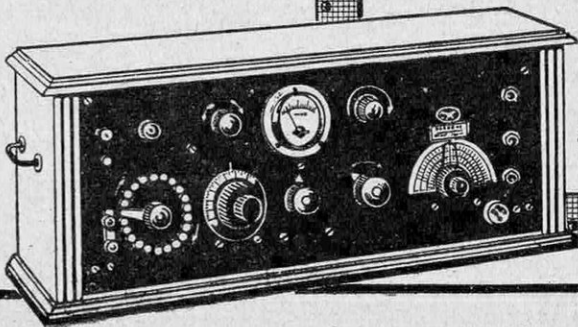
3° PURETÉ D'AUDITION

LE DISPOSITIF BASSE FRÉQUENCE A ÉTÉ SPÉCIALEMENT ÉTUDIÉ EN VUE DE RÉALISER UNE PURETÉ D'AUDITION PARFAITE.

DEMANDER LE CATALOGUE COMPLET ILLUSTRÉ — ENVOYÉ FRANCO —

BERRENS

86-88, Av. des Ternes
PARIS (XVII^e)





L'Œil de votre Caméra

son organe le plus précieux, est l'objectif

Comme l'habileté de l'homme dépend de son acuité visuelle, le rendement optimum de l'appareil photographique est subordonné à son optique. Le **Tessar ZEISS** vous garantit des épreuves fouillées dans toutes les conditions d'éclairage. Voilà pour quoi les premières fabriques d'appareils photographiques du monde équipent leurs chambres avec les objectifs **Tessar ZEISS**.

Arrêtez votre choix sur un appareil photographique muni d'un

ZEISS TESSAR

1 : 2,7 1 : 3,5 1 : 4,5 1 : 6,3

l'objectif rêvé
pour tous les buts de la photographie

Les lentilles **Proxar** et **Distar ZEISS** confèrent à votre objectif les avantages d'une **trousse photographique**.

.....
EN VENTE CHEZ LES MARCHANDS
D'ARTICLES PHOTOGRAPHIQUES
.....

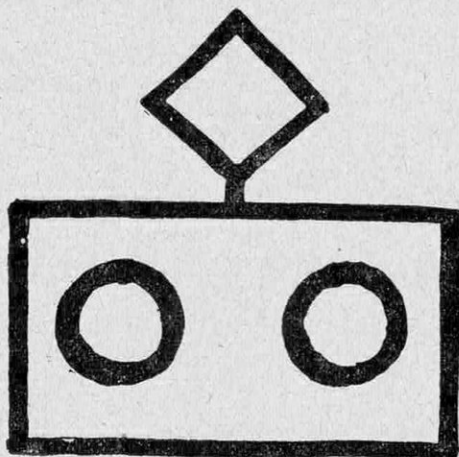
Demandez le Catalogue P. 672 à la

Société **OPTICA**, 18-20, faub. du Temple, Paris (10^e)

REPRÉSENTANT DE



Le dernier né
des Postes **PHAL**



Petit cadre
2 Boutons à tourner
sur graduations repérées

et tous les postes
en haut-parleur
avec le

Super PHAL

bigrille, 5 lampes

(changeur de fréquence)

Constructeur :
L'Electro-matériel
9. Rue Darbois. Paris XI^e

POUR AVOIR DE L'EAU
VOUS DEVEZ PRÉFÉRER LA
MOTOPOMPE

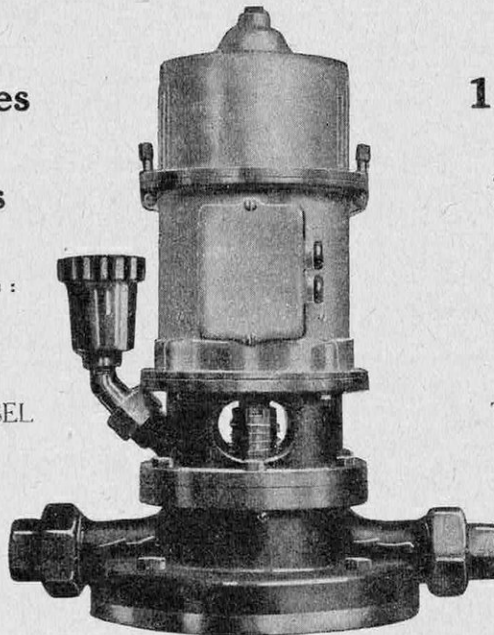


TYPE PM2

1.000 litres
à
25 mètres

Consommation :
275 watts

MOTEUR UNIVERSEL



1.750 litres
à
10 mètres

Poids :
8 kgr. 350

TOUS VOLTAGES

MARQUE

OUTILLAGE  ÉLECTRIQUE

DÉPOSÉE

MAGASINS DE VENTE :

PARIS-XII^e
RENÉ VOLET
ING. E. C. P. ET E. S. E.
20, avenue Daumesnil, 20
Téléph. : Diderot 52-67
Télégrammes :
Outilervé-Paris

LILLE
Société Lilloise
RENÉ VOLET
(S. A. R. L.)
28, rue du Court-Debout
Pl. Vx-Marché-aux-Chevaux
Téléph. : n° 58-09
Télégr. : Outilervé-Lille

BRUXELLES
Société Anonyme Belge
RENÉ VOLET
34, rue de Laeken, 34
Téléph. : n° 176.54
Télégrammes :
Outilervé-Bruxelles

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

AGENTS : ESPAGNE, S. A. M. Fenwick, Bruch 96 y Aragon 314, Barcelone. — HOLLANDE, N. V. v. h. B. Pfältzer, Spui 12, Gebouw Eensgezindheid, Amsterdam. — ITALIE, S. A. Italiana Fratelli Fenwick, 1, Via San Anselmo, Turin. — TCHÉCOSLOVAQUIE, Compagnie internationale de Navigation aérienne, Prague. — AFRIQUE DU NORD, A. Georgler, 7, Rue Drouillet, Alger. — MADAGASCAR, L. Teilliet, Avenue Grandidier, Tananarive. — INDOCHINE, Poinsard et Veyret, Comptoirs d'Extrême-Orient, Saïgon, Pnom-Penh, Haiphong, Hanoi. — AUSTRALIE, A. et E. Mac Carthy Ltd, Adélaïde. — JAPON, Kobé : Alsot-Brissaud et C^{ie}, Tokiwa Bg, n° 30, Akashi-Machi. — CANADA, R. A. Fraser, 10, Montclair Avenue, Toronto. — MEXIQUE, Clement Z., 28, Avenida Morelos, Mexico. — CHILI, Simon Hermanos, Santo Domingo, 1107, à Santiago.

Les ACCUMULATEURS DININ

sont adoptés par toutes
les Grandes Compagnies
d'Exploitation de T. S. F.

MODÈLES SPÉCIAUX
POUR POSTES D'AMATEURS

Envoi gratuit des Tarifs et de l'Instruction
pour l'emploi et l'entretien des Accumulateurs



SOCIÉTÉ DES ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES

(Anciens Etablissements Alfred DININ)

Capital : 10 Millions

R. C. SEINE 107.079

NANTERRE (Seine)

CHAUFFAGE

APPAREILS DOMESTIQUES

Poêles
Chaudières **ELBÉ**



Utilisation complète de tous
combustibles :

Houille, grains d'an-
thracite, sciures, bois,
tourbe, tannée, coke,
poussier demi-gras, gri-
gnons d'olives, tourteaux,
etc...

Chauffent 4 pièces pour
4 fr. 50 par jour

ÉCONOMIQUE

APPAREILS INDUSTRIELS

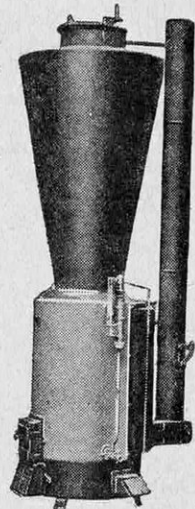
Poêles
Chaudières **JOUCLARD**

Brûlent :

Sciures, bois, gri-
gnons, tourteaux,
tannée et tous com-
bustibles ligneux.

Pour :

Alimentation des sé-
choirs, chauffage des
ateliers, des colles, de
l'eau et toutes appli-
cations à l'industrie.



CESSION DE LICENCE POUR L'ÉTRANGER

CATALOGUE, DEVIS ET RENSEIGNEMENTS GRATUITS

L. BOHAIN Ing^r-Const^r, 21, rue des Roses, PARIS

Téléphone : Nord 09-39

ÉTUDES CHEZ SOI

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

L'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE
et de **L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE.**

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

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

BREVETS et BACCALAURÉATS.

Vous pouvez vous préparer dans les mêmes conditions aux concours d'admission aux **GRANDES ÉCOLES** et à tous les concours d'accès aux

CARRIÈRES ADMINISTRATIVES.

L'efficacité des cours par correspondance de

l'École Universelle

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

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

Brochure n° 201 : *Classes primaires complètes* (Certificat d'études, Brevets, C. A. P., Professorats);

Brochure n° 208 : *Classes secondaires complètes, Baccalauréats, Licences* (Lettres, Sciences, Droit);

Brochure n° 219 : *Toutes les Grandes Écoles spéciales* (Agriculture, Industrie, Travaux publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies);

Brochure n° 224 : *Toutes les Carrières administratives*;

Brochure n° 247 : *Langues vivantes* (anglais, espagnol, italien, allemand, arabe, esperanto);

Brochure n° 252 : *Orthographe, Rédaction, Rédaction de lettres, Calcul, Calcul extra-rapide, Dessin, Écriture*;

Brochure n° 257 : *Carrières de la Marine marchande*;

Brochure n° 264 : *Études musicales* (solfège, harmonie, transposition, contrepoint, fugue, composition, orchestration);

Brochure n° 275 : *Piano, Violon*;

Brochure n° 282 : *Arts du Dessin* (Dessin d'illustration, Composition décorative, Aquarelle, Travaux d'agrément, Dessin de figurines de modes, Peinture, Gravure, Préparation aux métiers d'art et aux professorats de dessin);

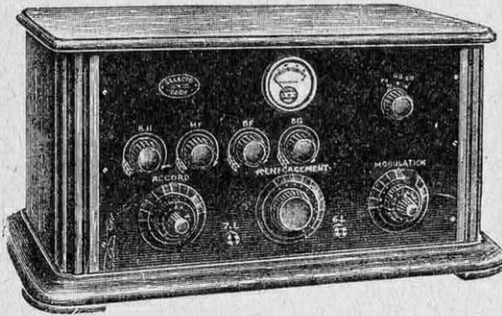
Brochure n° 287 : *Les Métiers de la Couture* (petite main, seconde main, première main, vendeuse, vendeuse-retoucheuse, représentante).

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

ÉCOLE UNIVERSELLE, 59, Boulevard Exelmans, PARIS-16°

Un aperçu des Fabrications **GODY**

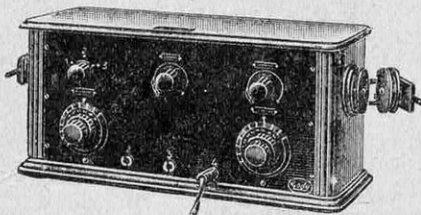
Constructeur spécialisé en T. S. F. depuis 1912
AMBOISE (I.-et-L.)



RÉCEPTEUR SUPERHÉTÉRODYNE SÉLECTO-GODY

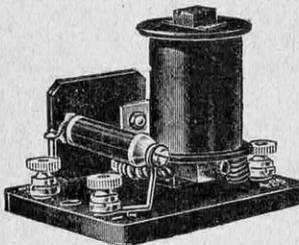
Hétérodyno-modulateur à 8 lampes. Toute la radiophonie, en haut-parleur, sur petit cadre.

Grand Prix avec Médaille d'or, Chambéry 1926



Poste universel 4 lampes

Le plus sensible, le plus sélectif des postes à 4 lampes. Toute la radiophonie européenne sur antenne.



ACCESSOIRES

en tous genres
pour montages d'amateurs

Transformateurs haute, moyenne fréquence et basse fréquence.

Bloc-impédance pour B.F. (voir cliché ci-contre).

Sels d'étouffements, chargeurs d'accus, boîte d'alimentation, etc., etc...

Extrait du Catalogue franco. - Catalogue général contre 2 fr.

AGENT GÉNÉRAL :

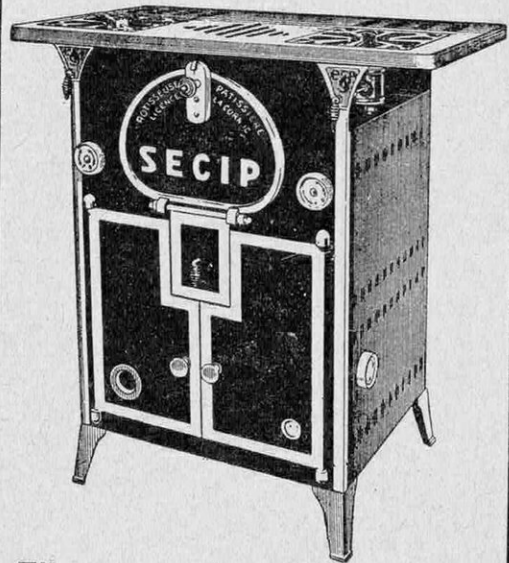
G. L'ÉBERT, 24, boul. Beaumarchais, Paris-3^e

*La cuisine la plus délicate
Les rôtis les plus savoureux
Les pâtisseries les plus fines*

SONT OBTENUS AVEC LA

Cuisinière - Rôtissoire "SECIP" à Gaz de Pétrole

Médaille d'Or à l'Exposition Culinaire - Paris, Avril-Mai 1927
La plus haute récompense



Elle permet de cuisiner comme
au gaz de ville

Voici un appareil de cuisine complet. — Il comporte deux foyers et un four *La Cornue* réputé pour la cuisson parfaite et sans surveillance des rôtis, pâtisseries fines, plats gratinés, etc... De fonctionnement très simple, sans bruit, ni odeur, ni fumée, la *Cuisinière-Rôtissoire* « SECIP » est robuste, meublante, facile à entretenir.

Ses brûleurs spéciaux, à débouchage automatique et réglage instantané, permettent, à volonté, la marche à plein feu ou la cuisson à feu très réduit. Le réservoir contient 5 litres de pétrole. Un viseur spécial permet de se rendre compte, environ une heure d'avance, du moment où il est nécessaire de procéder au remplissage. La pression est contrôlée par un manomètre.

20 ans d'expérience dans l'utilisation du pétrole

FOURNISSEUR DES COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER, POUR TOUS
LES APPAREILS D'ÉCLAIRAGE A GAZ DE PÉTROLE

MAISON FONDÉE EN 1902

Etabl^{ts} BARDEAU 16, rue du Président-Kruger, 16
à COURBEVOIE (Seine)
Notice franco Tél. : Wagram 69-59

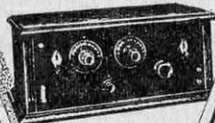
SI VOUS ÊTES EXIGEANTS?

Voici des Postes


**LE
SYNTODYNE**
POSTE POUR ANTENNE
Accessible
à tous

POUR VOUS!

**Le
"Selectadyné"**
*Poste reste sans égal
pour la réception
sur antenne.*

**SELECT
HETERODYNE**
La Réception
sur
Cadre



**GRAND LUXE
POSTES
MEUBLES**

DOCUMENTATION
COMPLETE SUR
NOTRE FABRICATION
CONTRE
1 50 FRANCE
2 50 ETRANGER



E^{TS} MERLAUD & POITRAT

Ingenieur - Constructeur

S^à responsabilité limitée au Capital de 300.000 Francs

5, rue des gâines - PARIS (XX^E) TÉLÉPH. MÉNILMONTANT 70.91

Salle d'audition et de vente - 10, Place Vintimille - PARIS (IX^E)

BIRUM

Le Roi des aspirateurs

BIRUM, premier en date, demeure le plus perfectionné des aspirateurs de poussière. Il est le plus efficace et le plus économique. Seul, il possède une ventouse articulée passant sous des meubles de 5 centimètres de haut.

En vente chez les Electriciens et Grands Magasins

LUTRA

19, rue de Londres, Paris

Catalogue adressé sur demande



Puybelle-Publicité

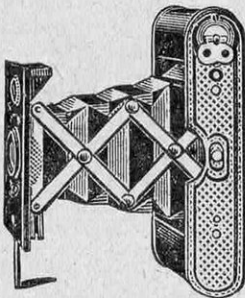
12

ACHETEZ VOTRE APPAREIL
aux Etablissements

PHOTO-PLAIT

37-39, rue Lafayette - PARIS-OPÉRA

Succursales : 104, rue de Richelieu - PARIS-BOURSE
et 15, GALERIE DES MARCHANDS - GARE SAINT-LAZARE, PARIS



QUI VENDENT LES

APPAREILS - PLAQUES - PELLICULES
et **ACCESSOIRES** de leur marque **25 à 30 %**

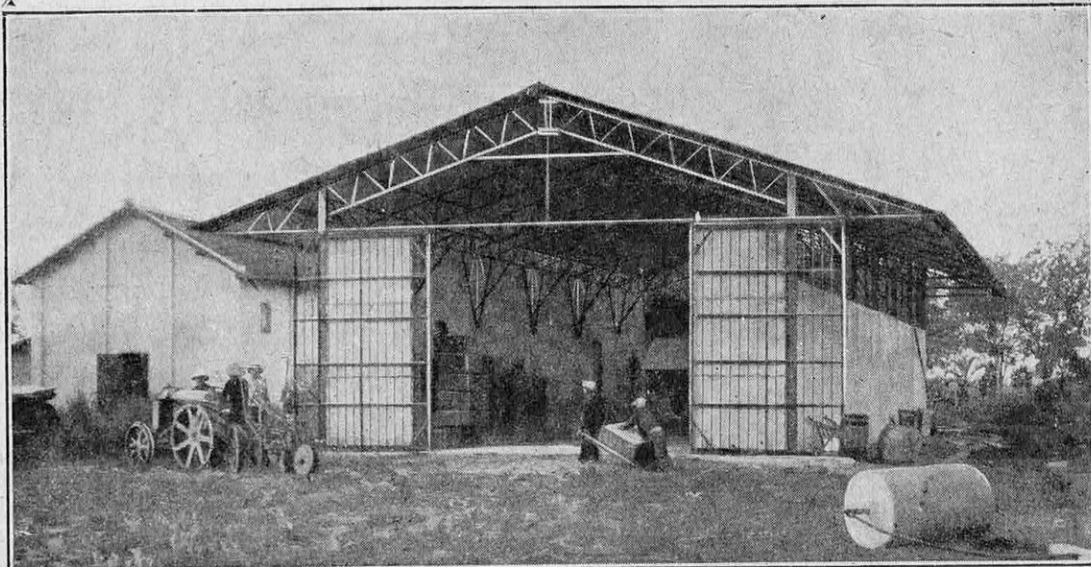
MEILLEUR MARCHÉ QUE PARTOUT AILLEURS

ET POSSÈDENT LE STOCK LE PLUS CONSIDÉRABLE
DES APPAREILS PHOTO ET RADIO
DE TOUTES MARQUES - TRAVAUX D'AMATEURS

T.S.F.

Catalogue Général Gratis contre 0.50

SAÏGON (Indochine)



AUX ÉTABLISSEMENTS JOHN REID, ingénieurs-constructeurs, ROUEN.

Ci-inclus, veuillez trouver deux photos de votre hangar tel qu'il nous sert depuis le montage. Nous avons là un très beau bâtiment qui nous est très utile et nous n'avons qu'un regret, celui de n'avoir pas songé plus tôt à nous adresser à vous pour les diverses constructions dont nous avons besoin, soit comme usine, soit comme enfumoirs, séchoirs, etc... et que nous avons construits antérieurement en brique et tuile.

Contre toute attente, malgré la couverture de tôle, il fait très frais sous ce hangar aux heures chaudes de la journée, et alors qu'il ne contenait encore rien et qu'il était ouvert, les coolies n'ont pas été longs à découvrir que c'était l'endroit idéal pour faire la sieste.

Toutes les personnes à qui nous avons montré votre construction l'ont trouvée très bien et d'un prix très avantageux.

L. SOLIRÈNE,

Plantations du Bendu, An-Nhon-Tay et Phu-Thanh (Saïgon).

Nous trouvons que notre distingué client fait vraiment trop d'honneur à notre modeste atelier, quoiqu'il nous soit impossible de dissimuler le vif plaisir que nous causent ses paroles charmantes. Cependant, il faut admettre que la réussite parfaite de la construction de M. Solirène est due principalement à sa propre initiative et à ce courage inlassable qui lui a fait entreprendre et terminer heureusement (à l'aide d'une poignée d'ouvriers indigènes) l'édification d'un bâtiment assez important.

Le hangar de M. Solirène est le modèle n° 20 de notre *Série 39*. Il a 8 mètres de largeur entre les poteaux et 12 m. 50 entre les extrémités des auvents. Sa longueur est de 24 mètres, se divisant en six travées de 4 mètres. La toiture est en tôle ondulée galvanisée posée sur des pannes en acier à double T. Les parois sont en agglomérés de la région s'encastrant parfaitement entre les rainures des poteaux. Chaque pignon est muni de deux grandes grilles — l'idée est toujours de M. Solirène — qui roulent jusqu'aux bouts des auvents. Le tout a été expédié, *entièrement démonté*, directement du port du Havre. Le coût total d'un hangar pareil rendu à Saïgon (ainsi qu'à tout autre port de distance analogue), franco de tous frais, est de 24.662 francs. Nous demandons environ vingt jours pour préparer et effectuer l'expédition — car nous fabriquons à l'avance les trente-trois modèles entrant dans la *Série 39*. Que le hasard vous place dans n'importe quelle région du monde entier, vous pouvez toujours nous écrire, et nous pouvons toujours exécuter vos instructions. Commencez *aujourd'hui* en nous écrivant pour la *notice explicative 55 C*.

Etablissements JOHN REID, ingénieurs-constructeurs

FABRICATION DE BATIMENTS MÉTALLIQUES POUR L'INDUSTRIE ET LA CULTURE

Téleg.: JOHNREID-ROUEN 6^{bis}, quai du Havre, ROUEN Banquiers: Société Générale, Rouen

Concours annuel de Chronométrie
de 1926, à l'Observatoire Astronomique
de Neuchâtel

ZENITH

remporte pour la 4^e fois consécutivement (1923-26)

LE PREMIER PRIX DE SÉRIE

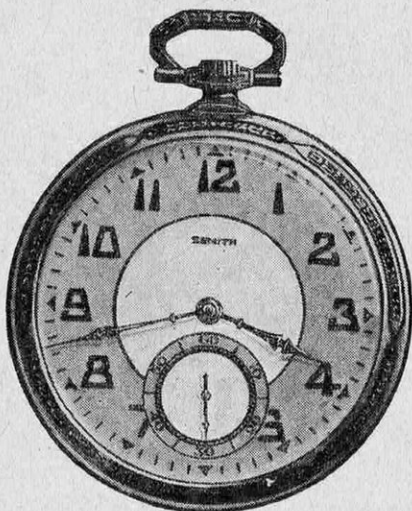
entre les fabricants pour les

Six meilleurs Chronomètres de bord et de poche
(PREMIÈRE CLASSE)

et pour la 6^e fois consécutivement (1921-26)

LE PREMIER DES PREMIERS PRIX

des Chronomètres de Poche (Première classe)



ZENITH

reste

la Montre

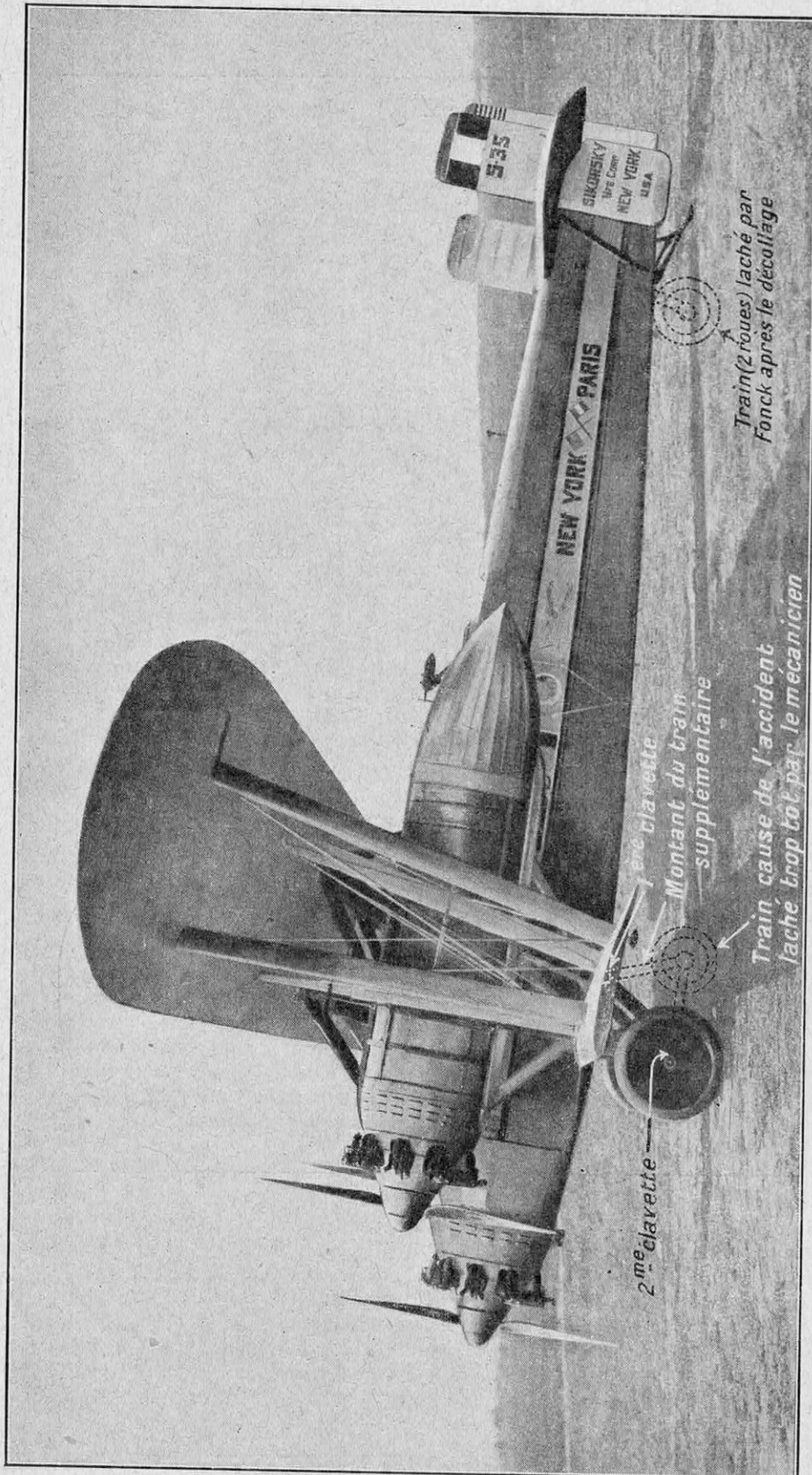
la plus

PRÉCISE

Fonck inconnu. (Le vol en avion n'est pas seulement un art, mais une science)	Jean Labadlé.	3
Une ligne commerciale sera-t-elle bientôt établie par-dessus l'Atlantique?	Claude Blanchard.	15
Le centenaire de Fresnel et la nature de la lumière	Marcel Boll	25
	Professeur agrégé de l'Université, docteur ès sciences.	
Ce que la thermoélectricité nous permet de réaliser, ce qu'on en peut attendre	M. B.	29
Le centenaire de l'invention de la turbine hydraulique radiale par Fourneyron	M. B.	34
Les Américains nous devancent-ils en matière d'équipement hydroélectrique? (Conversation avec M. Marlio, président de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques françaises), rapportée par.	Pierre Chanlaîne.	35
L'aménagement d'un paquebot moderne entre son lancement et son inauguration	Henri Le Masson.	39
Comment établit-on une carte géographique?	L. Houllévigüe.	47
	Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.	
Le nouvel Institut d'Optique	Victor Jougla.	52
Le phosphate d'ammoniaque artificiel menace-t-il les superphosphates naturels?	R. Chenevier	59
New York-Paris d'un coup d'aile : le raid du capitaine Lindbergh	Charles Brachet	69
L'automobile et la vie moderne.	A. Caputo	71
La T. S. F. et la vie	Joseph Roussel	77
Les A côté de la science (Inventions, découvertes et curiosités).	V. Rubor.	81
A travers les revues	S. et V.	58

Le numéro de mai 1927 de LA SCIENCE ET LA VIE, consacré en grande partie aux nouveautés exposées à la 19^e Foire de Paris, a remporté un tel succès auprès de ses lecteurs qu'un grand nombre de ceux-ci — y compris les constructeurs — nous ont demandé de décrire les inventions qui n'étaient pas encore au point au moment de la rédaction et de la fabrication de ce numéro spécial. En conséquence, le prochain numéro de LA SCIENCE ET LA VIE, d'août 1927, renfermera une série de nouveautés dans les différents domaines techniques et industriels susceptibles d'intéresser tous les lecteurs.

La couverture du présent numéro représente l'avion biplan-trimoteur Fonck-Sikorski, dernier modèle, qui vient d'être achevé aux États-Unis. Après le triomphe de l'avion léger monoplan-motomoteur du capitaine Lindbergh, il importait de présenter aux lecteurs de « La Science et la Vie » l'appareil le plus perfectionné qui ait été actuellement préparé en vue des grands raids. L'avenir montrera quelle est la formule technique qui répond le mieux aux exigences des voyages aériens de longue durée et à grand rayon d'action; mais il est à présumer que, pour l'exploitation commerciale, les avions lourds multimoteurs, susceptibles d'emporter de fortes charges utiles, seront seuls capables d'assurer le trafic avec rendement, régularité et sécurité. A ce titre, l'avion Fonck-Sikorski marque une étape vers l'avion de transport pour le trafic transatlantique.



VUE D'ENSEMBLE DE L'AVION DU CAPITAINE FONCK DESTINÉ A LA TRAVERSÉE DE L'ATLANTIQUE, DE NEW-YORK A PARIS

Pour faciliter le démarrage rendu difficile par suite du poids de l'avion, deux trains de roues supplémentaires sont prévus au départ. Ces deux trains de roues sont représentés ici en pointillé. Ils doivent être lâchés après le décollage. Le train d'avant fut ainsi « lâché » trop tôt lors de la première et infructueuse tentative de Fonck, vint rebondir sur le sol et brisa le gouvernail de direction, ainsi que le montrent clairement les photographies de la page 14 et comme, d'ailleurs, l'ont conclu l'enquête de police et le rapport militaire

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, Juillet 1927. - R. C. Seine 116.544

Tome XXXII

Juillet 1927

Numéro 121

FONCK INCONNU

Le vol en avion n'est pas seulement un art, mais une science

Par Jean LABADIÉ

Le célèbre capitaine-aviateur, dont la réputation est légendaire par ses exploits au cours de la guerre, n'est pas seulement un virtuose du vol, un tireur inégalé, un audacieux tenace, c'est un homme de science qui étudie scientifiquement le problème de la navigation aérienne. Ancien élève des Arts et Métiers, donc ingénieur praticien, il devait être logiquement attiré vers la construction mécanique. Ainsi, on ignore peut-être la part prépondérante qu'il prit, en collaboration avec l'ingénieur Sikorski, à l'établissement du fameux avion de 13 tonnes, à trois moteurs 1.200 C. V., destiné aux raids transatlantiques. Le soin avec lequel il nous a exposé ses travaux minutieux sur l'avenir de l'aviation militaire et civile, ainsi que sur la préparation de ses grands voyages aériens, dénote également un esprit méthodique, que trop peu d'aviateurs possèdent encore. Cette formation scientifique n'est pas, non plus, étrangère, ainsi que l'on pourra s'en rendre compte ici, à ses glorieuses victoires, dont le nombre comme la précision impressionnent les plus sceptiques. Nos lecteurs trouveront dans cette étude des aperçus originaux, qui, jusqu'ici, avaient été conservés par leur auteur.

LE 21 septembre 1926, l'aviateur René Fonck prenait son élan sur l'aérodrome de Rooseveltfield, dans la banlieue de New-York, en vue d'atterrir à l'aéro-gare parisienne du Bourget. L'avion, construit par Igor Sikorski, le constructeur spécialiste des géants aériens, roula 900 mètres, capota et prit feu. L'incendie fit deux victimes : le radiotélégraphiste français Clavier et le mécanicien russe Islamoff.

— Hélas ! c'était prévu ! s'écrièrent aussitôt maints critiques européens ; 1.260 chevaux attelés, par trois hélices, à 101 m² 5 de surface portante ne pouvaient enlever la masse de 12 tonnes et demie que représentait l'appareil en ordre de voyage.

« D'ailleurs, sur ces 12 tonnes et demie, le combustible, qui entraînait cependant pour la moitié, était insuffisant. La citerne volante eût-elle pris son essor qu'elle se fût tarie en vingt-sept heures environ, bien avant d'avoir atteint les rives de la Manche, car il était impossible de soutenir, durant tout le

voyage, la vitesse annoncée de 200 kilomètres.

« Espérons donc que Fonck renoncera à son projet téméraire. Sa gloire militaire (cent vingt-six avions ennemis abattus, dont soixante-quinze officiels) doit lui suffire. Émule de Guynemer pour la bravoure, rival de Poiseau pour la maîtrise de l'air et de Buffalo pour le tir à la carabine, servi par une chance défiant le calcul des probabilités lui-même, Fonck demeure l'as des as, mais n'a pas les qualités requises pour un aussi grand raid. »

René Fonck n'a pas répondu. Il se contente de recommencer.

— Sur un nouvel avion identique au premier, avec la même charge de combustible, la même surface des ailes, la même puissance et le même dispositif moteur, il s'apprête à décoller une seconde fois de la piste qu'il a fait préparer spécialement à Rooseveltfield — car, le 21 septembre, il avait bel et bien décollé, quoi qu'on en ait dit. Nous en fournissons ci-après la preuve matérielle en

expliquant la fausse manœuvre, de laquelle le pilote n'a pas la responsabilité.

Fonck est un véritable technicien

Le brio de René Fonck est incontesté. Mais qui s'est jamais préoccupé d'analyser son esprit méthodique, technicien et, pour tout dire, scientifique ?

Abattre cent vingt-six avions au cours de quatre cents combats sans recevoir une seule balle, non pas même dans sa personne, mais même dans sa voilure, voilà qui n'est pas moins étonnant et fait aussitôt penser : « Cet homme avait une science personnelle, des théorèmes infaillibles qu'il appliquait dans chaque circonstance. » Et, comme c'est M. Painlevé qui l'affirme, il n'y a qu'à s'incliner : « C'est lui qui a réalisé la tactique quasi géométrique du combat entre avions. »

Quand il m'a reçu, lors de son passage à Paris, Fonck a bien voulu faire, pour *La Science et la Vie*, un geste qui, jusqu'ici, coûtait à sa modestie. Il est allé à son coffre, en a retiré un épais manuscrit illustré de



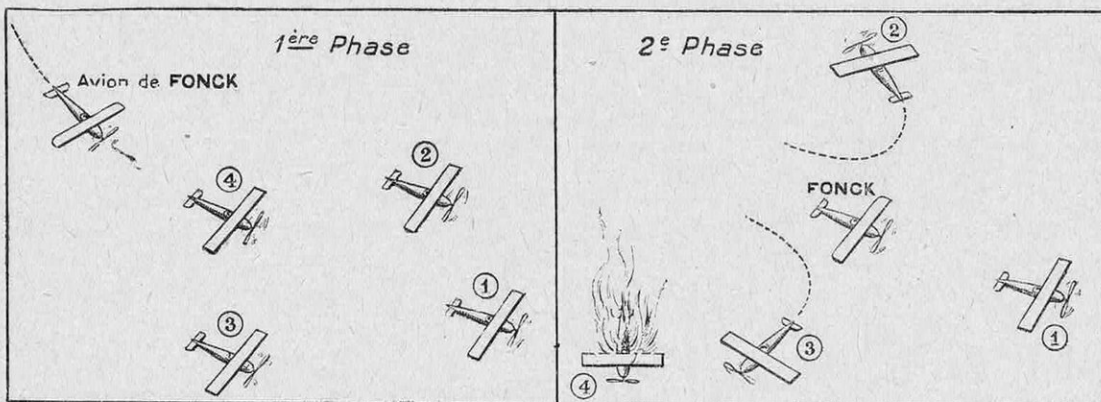
L'INGÉNIEUR SIKORSKI

schémas et me l'a confié une heure. C'est le premier traité de tactique aérienne, le premier ouvrage analysant l'usage méthodique des trois dimensions de l'espace pour l'évolution des escadres volantes.

Comment les groupes de cent cinquante avions, étagés sur trois plans, marchant dans la meilleure formation d'alerte, se transforment en un front de combat rationnel, c'est une joie de l'esprit que de l'apercevoir sur les schémas démonstratifs de Fonck, une joie de super-joueur d'échecs dont le damier devient un réseau cubique tridimensionnel.

Mais voici, à titre d'exemple, ce qu'un traité d'échecs appellerait volontiers des « fins de partie ». Les deux figures ci-jointes montrent comment, avec une seule pièce, son avion, René Fonck procédait pour annuler du même coup deux ou trois pièces adverses, la quatrième n'échappant que par miracle.

Je ne puis m'empêcher de dire à l'auteur :
— Rien n'est laissé au hasard !
— Autant que possible, il ne faut rien



UN COMBAT DE FONCK : DOUBLÉ CONTRE UN GROUPE DE QUATRE MONOPLACES

Les monoplaces ennemis 1, 2, 3, 4, voyagent en losange, à des distances réciproques de 100 à 150 mètres. Fonck attaque subitement par l'arrière (avantage de tir quand il s'agit de monoplaces), à une vitesse horaire de 280 kilomètres (en chute). Ainsi, il passe sur l'ennemi (vitesse 180) à une vitesse relative d'environ 100 kilomètres-heure. Ayant abattu le no 4, il passe entre les 2 et 3 qui, se croyant attaqués, viennent de bord pour reprendre l'agresseur par l'arrière. Mais celui-ci (Fonck) a déjà abattu le no 1, l'ayant attaqué exactement comme le no 4, et s'enfuit aussitôt en plongeant pour se mettre à l'abri des coups que les avions 2 et 3 pourraient lui porter.

laisser au hasard, me confirme René Fonck, et, pour ranger le volume, il déplace, telle une canne sans importance, oubliée contre le battant de l'armoire, une mitrailleuse labourée de « rafales », celle qui abattit Guynemer, et que Fonck mata, dix-neuf jours après, entre les mains de l'as allemand Weismann. C'est son plus beau trophée.

L'appareil Fonck-Sikorski

Et, maintenant, l'adversaire est l'Atlantique. Qu'est-ce à dire ?

C'est, d'abord, le record du trajet rectiligne à battre, la plus grande distance, en ligne droite, qui ait été couverte à l'heure présente, étant celle de Paris à Djask (Perse) (5.396 kilomètres, raid Costes et Rignot). Mais ce sont, en outre, des conditions météorologiques spéciales à vaincre. La mobilité du temps au-dessus de l'océan et la difficulté des informations météorologiques exigent une décision prompte, basée sur des déductions plus que sur des certitudes.

D'où la nécessité de deux études distinctes



LE CAPITAINE FONCK

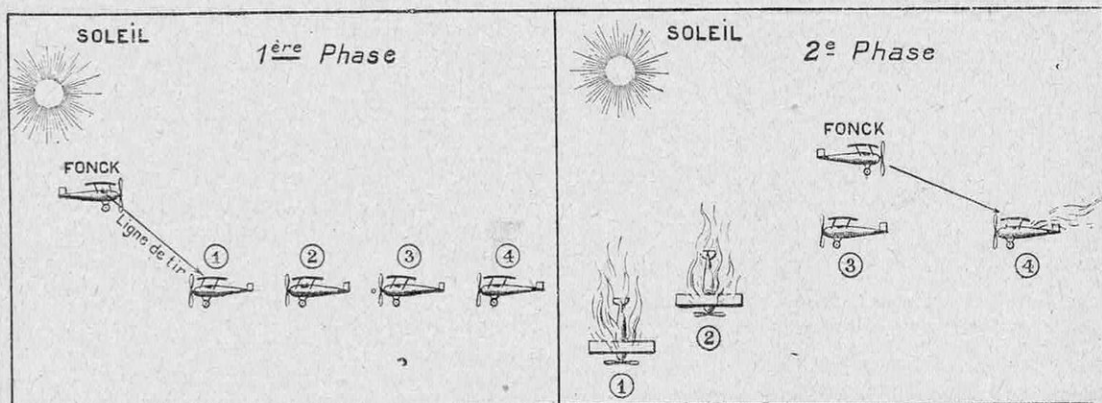
pour la préparation de ce raid : l'une concerne la technique de l'aviateur, l'autre consiste en ce qu'on pourrait nommer le tracé météorologique de la route.

Examinons, pour commencer, le point de vue technique.

René Fonck est ingénieur des Arts et Métiers, promotion 1911-1914. Son avion est, certes, l'œuvre d'Igor Sikorski, dont l'expérience en matière d'avions lourds est fort avancée — puisque celui-ci est le trente-sixième que met en ligne le célèbre constructeur russe, émigré aux États-Unis, non sans avoir tenté vainement de réaliser son œuvre à Paris. Cependant, Fonck eut son mot à dire dans la construc-

tion de l'appareil. Nul doute que l'homme-oiseau n'ait collaboré avec le spécialiste. Fonck n'est-il pas, d'ailleurs, le premier technicien qui ait déclaré en 1917 : « L'avion qui dépassera le 300 à l'heure, volera à incidence nulle. »

Et ce fut un beau *tolle!* Une aile volant à incidence nulle ! Quel paradoxe ! Paradoxe presque aussi fondamental que celui

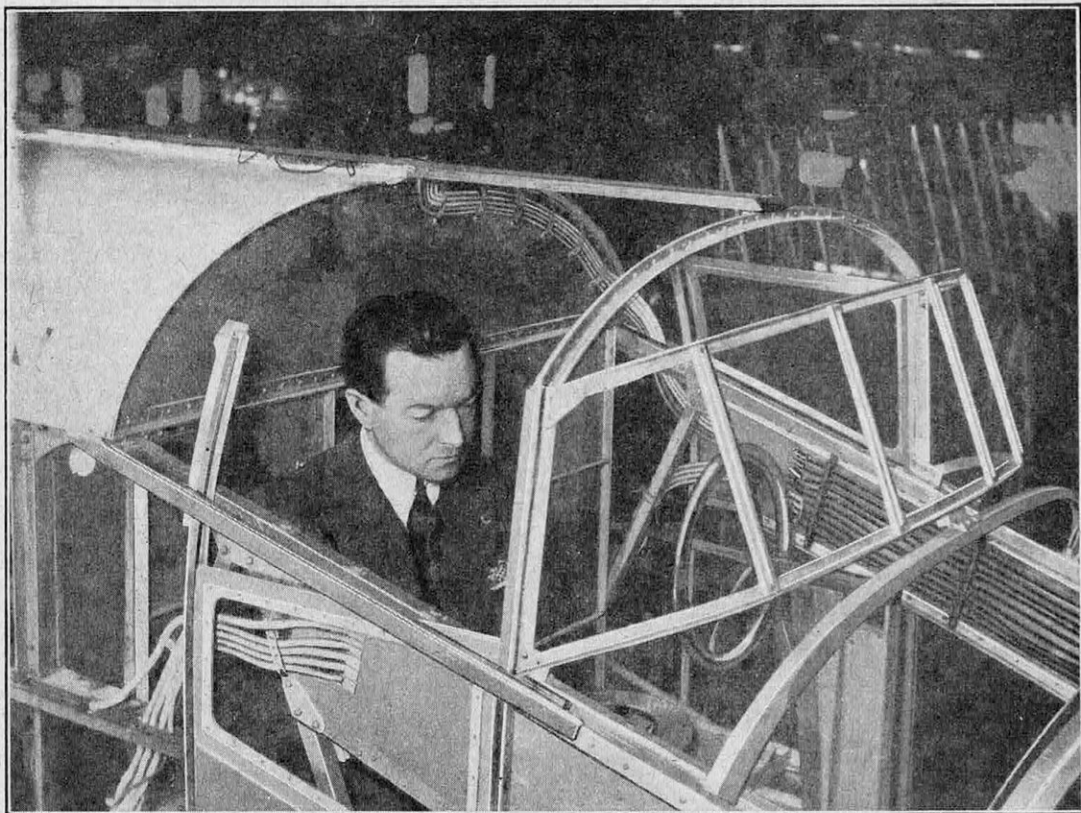


AUTRE COMBAT DE FONCK : TRIPLÉ SUR GROUPE DE QUATRE BIPLACES

Quatre biplaces allemands arrivent en file (vitesse 160 kilomètres-heure), espacés de 150 mètres. Fonck (monoplace) tombe sur eux de très haut avec, derrière lui, l'irradiation solaire qui le dissimule. Se redressant à la hauteur du premier adversaire, qu'il surprend avec une vitesse propre de 240 kilomètres-heure (soit une vitesse relative de 400 kilomètres-heure), Fonck ouvre le feu à 150 mètres et demeure lui-même dans l'angle mort qui empêche l'ennemi de tirer. Le premier biplace ennemi s'abat, le deuxième également. Le troisième, trop près du quatrième, échappe, mais le quatrième suit les deux premiers dans leur chute. Le combat a duré dix secondes.

des deux lois successives du sinus carré (1), d'après lesquelles (Daniel Berthelot se faisait un malin plaisir de le rappeler) les aérodynamiciens de 1906-1907 s'évertuaient à démontrer que les Blériot et les Farman perdaient leur temps au même titre que les chercheurs de la quadrature du cercle. N'empêche qu'à l'heure actuelle, certains avions, tels les Fokker, volent avec une

C'est donc bien d'une étroite collaboration entre Igor Sikorski, savant technicien, et Fonck, aviateur par toutes ses fibres, qu'est né le « mammouth aérien » (style américain) de 33 mètres d'envergure, qui supporte, en ordre de marche, 120 kilogrammes au mètre carré de voilure, alors que l'avion de course, actuellement le plus poussé dans ce sens, porte seulement 90 kilo-



FONCK DANS LA CABINE DE PILOTAGE DE SON AVION

incidence, non seulement nulle, mais encore négative ! On voit, par cet exemple, quel facteur représente l'intuition de l'homme-oiseau dans le progrès des appareils.

(1) Ces lois avaient la prétention de fournir la valeur de la force de sustentation d'une aile en fonction de sa vitesse, de sa surface et du sinus de l'angle de son incidence sur la trajectoire suivie. Mais l'expérience a nettement démontré que toute formule mathématique brute n'avait pas de sens pratique. C'est une courbe empirique, la polaire, qui caractérise, aujourd'hui, la force de sustentation d'un avion par rapport à son incidence.

La notion d'angle d'incidence (*inclinaison de la corde de l'arc formé par l'aile sur la ligne de vol*) devient, d'ailleurs, très confuse dans les avions modernes à ailes épaisses, dont le profil est loin de comporter un seul arc. Fonck avait très bien vu tout ce que comportait d'artificiel la notion classique d'incidence.

grammes, et que l'aréobus de type commercial ne dépasse pas 50 kilogrammes.

Les moteurs Jupiter-Gnôme-Rhône, au nombre de trois, donnent chacun, si peu qu'on les pousse, 30 C. V. de plus que leur puissance nominale, soit 450 C. V.

Au bout de dix heures de vol, délesté d'environ 2.500 litres de combustible, Fonck affirme, pour avoir déjà réalisé ces conditions, qu'il peut continuer sa route avec un seul moteur, s'il le faut, le central, et, *a fortiori*, avec les deux moteurs latéraux. Dans l'un comme dans l'autre cas, l'appareil tiendra l'air plus longtemps, tout en marchant, naturellement, un peu moins vite.

Si l'un des moteurs latéraux venait à s'arrêter, la dissymétrie de l'effort résultant

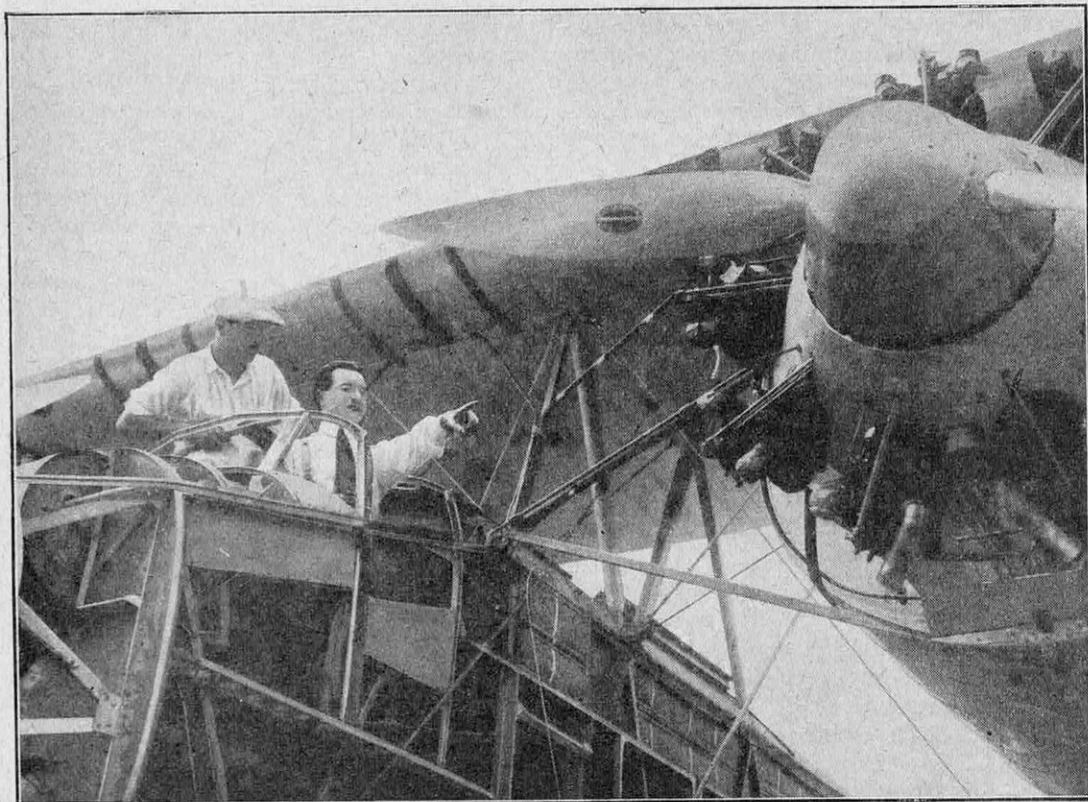
serait corrigée par un aileron de gouverne spécial — car le gouvernail de direction est triple, en vue, justement, de cette éventualité.

On a contesté la vitesse de 200 kilomètres. Cependant, le *Sikorski-35* avait donné, portant 5.000 kilogrammes de charge, la vitesse 240 en palier. Le 200 est donc une vitesse que le pilote pourrait exiger de son appareil à partir du 2.000^e kilomètre environ, si c'était

à Moscou, si la fantaisie l'en prenait.

Arrêtons-nous un instant sur la répartition du combustible à bord et sur le système de sa distribution aux moteurs, qui dénote une ingéniosité et une prévoyance sur lesquelles le hasard ne semble avoir réellement aucune prise.

Fonck a disposé son huile de graissage en cinq réservoirs (un sur chaque moteur et deux de réserve), contenant au total



FONCK PRÉSIDE LUI-MÊME A LA CONSTRUCTION DE SON APPAREIL

nécessaire pour vaincre momentanément un vent contraire. Mais nous verrons comment les chances de vent contraire sont méthodiquement combattues par l'observation météorologique qui précède la décision du départ.

Le combustible à bord est une question vitale pour l'accomplissement des grands raids

Le nouvel appareil emportera 9.500 litres d'essence — ce qui lui permet de tenir l'air durant cinquante heures, alors que trente ou trente-cinq heures doivent suffire à la traversée, si tout va bien. Si tout va très bien, cette durée sera probablement écourtée, et Fonck pourrait, dans ce cas, aller atterrir

800 litres. L'essence, spécialement raffinée par les fournisseurs, est répartie en dix-sept réservoirs (dont cinq dans la carlingue, quatre dans le fuselage de chaque moteur latéral, plus quatre nourrices logées dans le bord d'attaque de l'aile supérieure).

Tout le combustible des réservoirs proprement dits vient passer dans la cabine du pilote et sous son contrôle avant de se rendre dans les nourrices supérieures, d'où elle coule par gravité vers les neuf carburateurs en fonctionnement. Tout le système d'alimentation (tuyauterie et pompe) est monté *en double*, et le pilote, par le jeu de robinets installés à sa portée, dirige l'épuisement total ou partiel de n'importe lequel des réservoirs. Ainsi, au fur et à mesure que l'avion se

déleste, non seulement il ne se déséquilibre pas, mais, au contraire, s'équilibre mieux, puisque le pilote répartit la charge dans le sens longitudinal, avec une aisance qui lui demeurerait interdite au départ, en pleine charge.

Les quatre nourrices de l'aile supérieure sont indépendantes. Compartimentées chacune par deux cloisons, leur ensemble forme douze réservoirs distincts pouvant être reliés ou, au contraire, rigoureusement étanches les uns vis-à-vis des autres. Les deux nourrices centrales demeurent garnies et intactes en principe, tout le temps du voyage. Si quelque tuyau venait à crever, elles alimenteraient les moteurs pendant que se ferait la réparation.

Le pompage est continu, c'est-à-dire que les nourrices en service sont alimentées sans arrêt, à saturation. Leur trop-plein rentre dans le circuit général, grâce à l'ingénieuse tuyauterie dont le schéma figure page 9.

Si vous récapitulez maintenant les données de cette distribution générale de l'énergie et de la puissance à bord de l'avion, il vous faudra conclure que toutes les ressources de l'analyse combinatoire ont été utilisées ici pour maîtriser le hasard.

Les essais préliminaires aux grandes envolées

Au reste, voici un résumé très succinct des essais que René Fonck avait imposés à son avion, au moment de sa tentative malheureuse de septembre 1926. Ils donnent une idée de son esprit de méthode.

Le 5 août 1926, premier vol d'essai, avec seulement 500 kilogrammes de charge. Tout aviateur comprendra cette prudence. Le poids enlevé pouvait, d'ailleurs, se déplacer dans la carlingue, afin de rechercher, en l'air, la meilleure position d'équilibre.

Le 6 août, deux vols avec huit passagers et 1.000 kilogrammes de poids.

Le 8 août, vol en altitude. C'était la mise à l'épreuve des ailes. Avec 3.000 kilogrammes l'avion atteignit 6.000 mètres en trente-trois minutes.

Le 12 août, vol avec 4.000 kilogrammes et quatre passagers.

Le 13, sept vols avec 5.000 kilogrammes de charge utile. A 500 mètres d'altitude, le moteur central est stoppé et les deux moteurs latéraux portent l'avion à 1.000 m. Là, les deux moteurs latéraux stoppés à leur tour, le central remis en marche a suffi à maintenir la ligne de vol.

Du 13 au 22, dix-sept vols avec épreuves de vitesse maxima et minima et réglage des

instruments de navigation et de contrôle.

Le 26, essai avec 11.000 kilogrammes de poids (appareil compris). Décollage en 330 mètres et vingt et une secondes, contrôlé par les services techniques de l'aviation militaire américaine. L'avion a marché avec deux moteurs seulement. Ce vol réalise déjà les conditions d'allègement après seulement cinq heures de marche.

Le 4 septembre, essai à 11.600 kilogrammes durant une heure. C'était la charge prévue pour le départ, moins 700 litres d'essence.

Et puis, essai avec 12.500 kilogrammes. Décollage en 600 mètres, sans vent. L'appareil tint la ligne de vol avec deux moteurs seulement.

Du 8 au 10 septembre, essais dans la campagne, de New-York à Washington. Quinze passagers à bord, quinze officiers.

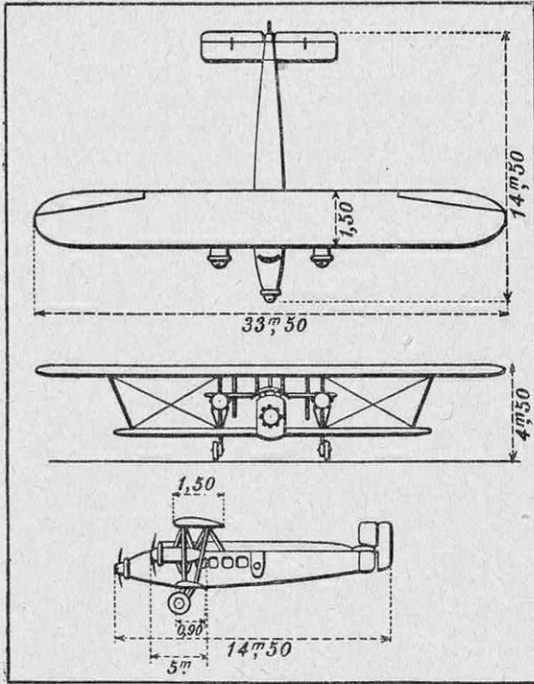
Le 11 septembre, Fonck, prêt à partir, demande un remplaçant pour l'officier de navigation, lieutenant Snowdy, que lui avait attaché le ministre de la Marine des États-Unis et qui venait de tomber malade. On lui envoie le lieutenant Curtin (vingt volontaires se disputaient la place et le ministre était pris à partie pour mettre, en temps de paix, un officier américain, en service commandé, sous les ordres d'un officier étranger).

Alors, Fonck, qui n'avait jamais vu Curtin, recommence un vol d'essai pour éprouver non l'appareil, mais l'officier. Après un long zigzag au-dessus de l'Atlantique, il lui demande, à brûle-pourpoint : « Où sommes-nous ? » Curtin fait le point une première fois au sextant gyroscopique, à 2.000 mètres d'altitude ; puis, une seconde fois, au sextant ordinaire, à 30 mètres au-dessus des vagues. Et, à partir de ce point, au moyen des seuls instruments mesurant la dérive, l'avion retourne à son point de départ. Il avait parcouru 900 kilomètres avec quatorze passagers. L'officier de navigation était excellent.

La navigation aérienne est un problème délicat dont dépend le succès des raids sans escale

Le « point » ne se fait pas en avion sans difficultés spéciales. A une certaine altitude, la ligne d'horizon disparaît, se dégrade dans le ciel, perd toute sa valeur de repère pour mesurer la hauteur du soleil. Le sextant classique des marins, construit pour l'horizon net aperçu de la dunette d'un navire, devient inutile.

Mais il existe des « horizons artificiels » (systèmes inventés par l'amiral Fleuriais). On lance un disque gyroscopique, suspendu



CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DE L'AVION DU CAPITAINE FONCK

à la cardan, dans un plan horizontal et l'on entretient la rotation par un moteur électrique à 10.000 tours-minute, et le disque tournant conserve l'horizon dans n'importe quelle position du corps de l'appareil. C'est sur cet horizon artificiel et stable que l'on mesure, par réflexion — comme à l'ordinaire — la hauteur du soleil.

Fonck a muni son navigateur d'un semblable sextant gyroskopique.

En outre, l'appareil emporte un compas solaire, identique à celui qui permit à l'aviateur américain Byrd de toucher avec certitude le pôle Nord. Cet appareil permet de s'orienter uniquement sur le soleil, en tenant compte de l'heure et de la saison.

Enfin, pour le cas où l'on descendrait à faible altitude, le poste de navigation comporte un sextant ordinaire.

Il existe également, à bord de l'avion de Fonck, plusieurs instruments de mesure de la dérive. En particulier, Fonck a imaginé, pour mesurer sa dérive, la méthode suivante : il lance une bombe fumigène qui marque sur la mer un impact très net, en même temps que la trainée de fumée s'oriente dans le vent. Par un repère tracé sur le stabilisateur

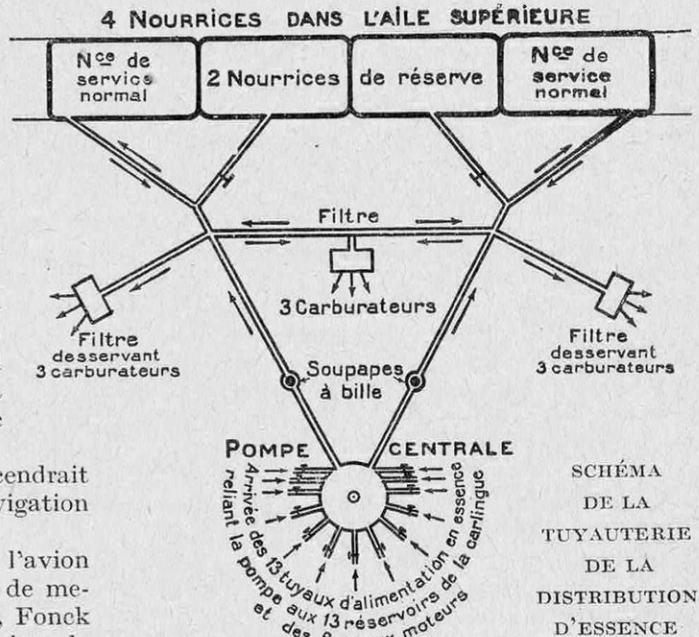
arrière, Fonck vise l'impact de la bombe et constate la dérive sous le vent indiqué.

Il est vrai que cette méthode ne vaut plus rien quand on vole au-dessus des nuages sans voir la surface de la mer. Et Fonck compte, justement, passer au-dessus des nuages et de la pluie, s'il en rencontre. Dans ce but, il emporte une réserve importante d'oxygène pour sa respiration et celle de ses passagers aux hautes altitudes. Mais, alors, c'est un dernier moyen d'orientation qui apparaît, le radiogoniomètre, analogue à celui qu'utilisèrent les lieutenants Cornillon et Gérardot au cours de leurs raids (1).

Le poste de T. S. F. du bord rayonne sur 800 kilomètres et permet à l'avion de questionner les paquebots rencontrés au passage et de recevoir d'eux le point exact. S'il tombait à la mer, l'avion, dont la carlingue est garnie de ballonnets, se maintiendrait sur l'eau. Les réservoirs d'essence vidés accroîtraient encore la flottabilité. Et, durant cette panne, un moteur auxiliaire spécial de 2 C. V. alimenterait la T. S. F.

Tels sont les moyens de navigation — ils sont, décidément, aussi nombreux que les trucs de Cyrano pour atteindre la Lune — qui permettront à l'avion transatlantique de faire une route « orthodromique », c'est-à-dire de

(1) Voir le n° 116 de *La Science et la Vie*.



1° Chaque nourrice alimente constamment tous les moteurs ; 2° la même tuyauterie sert l'aller de la pompe à la nourrice et le retour de la nourrice aux carburateurs ; 3° l'aviateur peut puiser, à volonté dans l'un quelconque de ses treize réservoirs.

suivre au plus près le grand cercle terrestre qui passe, sinon à New-York même, du moins à Terre-Neuve et à la pointe d'Irlande. Ce grand cercle, qui représente le chemin le plus court (géodésique), est interdit aux navires durant la plus grande partie de l'année, à cause de la remontée au nord qu'il impose, vers la région des *icebergs*. Le *Titanic* paya cher d'avoir voulu faire une route « orthodromique » pour battre un record dès son premier voyage, en avril 1914. Notons donc, en passant, ce nouvel atout du futur paquebot transatlantique.

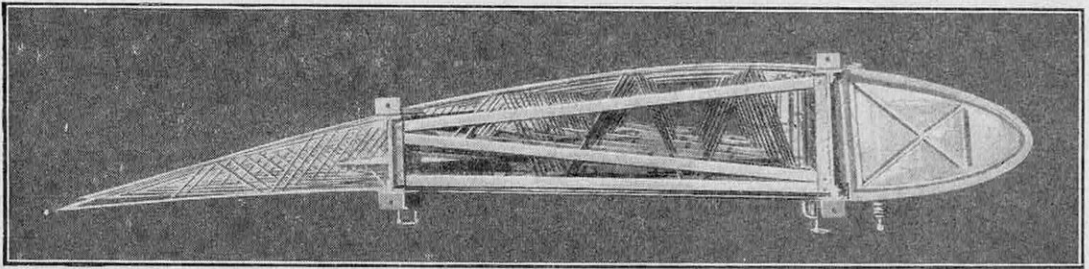
Face à l'Atlantique

Fonck, avons-nous vu, peut lutter contre un vent debout de 40 kilomètres, sans perdre la vitesse prévue. Mais il vaut mieux, n'est-

l'avion ne peut, comme le voilier, patienter en mer et tabler sur des « moyennes ». Son voyage dure seulement un jour et demi; sur l'arc de grand cercle parcouru (84°), l'avion doit changer de cap environ toutes les heures... Et les vents se soucient peu du grand cercle ! Ils sont, d'ordinaire, *stabilisés suivant les parallèles de latitude*, témoin les alizés.

Les meilleures conditions que peut souhaiter Fonck pour son voyage seront donc caractérisées — puisque l'uniformité n'existe pas — par un trouble atmosphérique qui, situé à mi-chemin, l'aspireait pour ainsi dire des côtes américaines jusqu'à lui et le repousserait ensuite jusqu'aux côtes européennes.

Pour la surveillance de ces conditions optima, les aviateurs devinrent les plus astu-



PROFIL D'UNE AILE MONTRANT L'EMPLACEMENT, A L'AVANT, DES NOURRICES D'ESSENCE

ce pas, avoir ce même vent à l'arrière. La recherche de cette nouvelle condition explique la patiente préparation météorologique à laquelle René Fonck s'est livré, en 1926, durant plusieurs semaines. Cette préparation consista : 1° dans l'étude des statistiques ; 2° dans un entraînement personnel à la prévision du temps, d'après les données ordinaires fournies par les bureaux.

La statistique des vents dans l'Atlantique nord fut loin d'être encourageante. Le Bureau Météorologique américain est probablement le mieux documenté du monde. Il est l'ancêtre de tous les bureaux similaires et ce fut un officier américain, le lieutenant Maury, qui, en 1848, observa, le premier, le régime saisonnier exact des vents, ce qui permit aux voiliers de réduire parfois de moitié le temps de leurs voyages, en choisissant leur route. L'avion transatlantique actuel, encore trop jeune, est un peu dans la condition de ces voiliers.

Eh bien ! sur le relevé de vingt années qui fut étudié par Fonck et ses collaborateurs américains, on ne put trouver une seule période de quarante-huit heures pendant laquelle les vents soient demeurés constants entre Terre-Neuve et l'Irlande. En outre,

ceux des météorologues durant ces longues semaines d'attente qui impatientait tant le public, les journalistes et les camarades de la terre ferme.

On devine avec quelle minutie ils suivirent la marche des pressions et des dépressions sur l'Atlantique. On dépouillait, chaque jour, cent quatre-vingts télégrammes de navires en mer.

Le 5 septembre, des centres de dépressions (cyclones) se détachaient de la région des Açores (centre ordinaire des pressions dans l'Atlantique nord) et, par les Bermudes, venaient remonter la côte des États-Unis, jusqu'à Terre-Neuve, où ces cyclones entraient en conflit avec les dépressions similaires qui descendaient du Groënland. Le stationnaire américain, surveillant les icebergs dans ces parages, signalait régulièrement ces dernières.

Le 21 septembre, les diverses informations confirmaient la carte du temps que nous reproduisons page 13. La brume (1) à peu

(1) Les brumes de Terre-Neuve viennent de la condensation perpétuelle des vapeurs du Gulf-Stream (courant chaud) au-dessus du courant froid descendant du Labrador, qui vient se juxtaposer exactement au Gulf-Stream dans ces parages.

près permanente, en cette saison, sur la côte de Terre-Neuve, ne semblait pas trop dense. Mieux valait, d'ailleurs, avoir cette brume au départ qu'à l'arrivée, ce qui sera le gros danger pour toute traversée commençant par l'Est, danger qui fut d'un grand poids dans le choix, par Fonck, de la côte américaine comme point de départ.

Enfin, vers le milieu du trajet, une zone de mauvais temps, de 800 kilomètres environ, serait rencontrée, mais jouerait probablement, aussitôt traversée, le rôle de centre propulseur déjà défini.

Le 21 septembre 1926, au matin, René Fonck donna donc le signal du départ.

L'accident de 1926 et sa cause

A 4 heures du matin, il y avait, sur l'aérodrome, 5.000 personnes, sans compter les journalistes. Fonck dit à Curtin : « Faisons comme s'il n'y avait personne. » Cela signifiait qu'à la moindre anicroche dans le fonctionnement, le départ serait froidement remis une fois de plus.

Le poids à emporter n'excédait que de 700 kilogrammes le tonnage total du dernier vol d'essai. Fonck avait même jeté ses malles dans l'avion, jugeant inutile de les confier au paquebot !

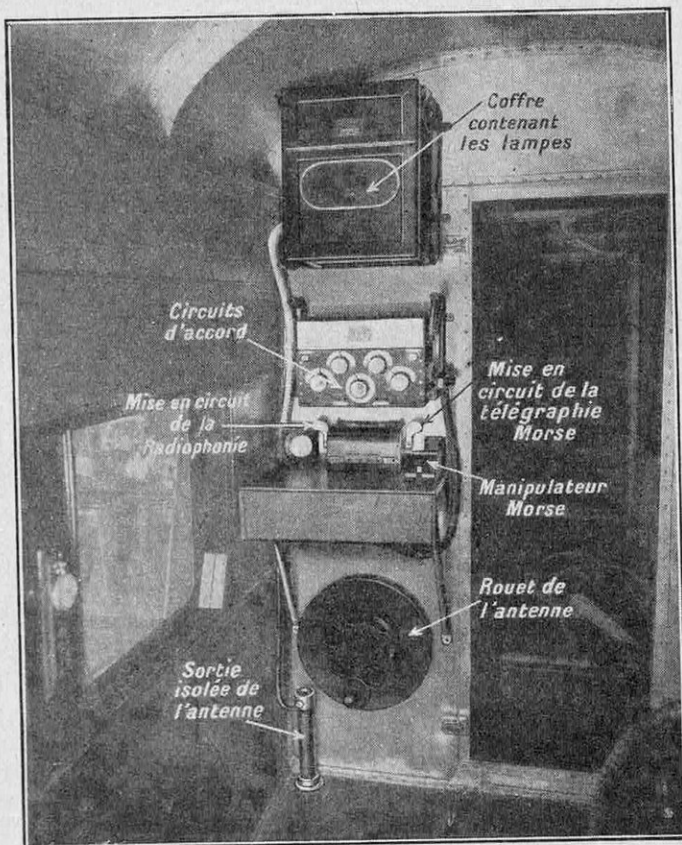
— J'ai décollé en toute confiance, nous a-t-il dit, j'ai mis mes trois moteurs en marche et donné le signal. J'ai enlevé l'avion de terre, à 750 mètres de la ligne de départ, puisque nous avons trouvé, plus tard, le gouvernail de direction à 850 mètres de cette ligne. Et c'est alors que se produisit l'accident.

Il suffit d'examiner la photographie ci-

jointe du gouvernail en question pour comprendre. Sur les six roues qui portaient l'avion à ce moment, quatre devaient être lâchées. Le premier train de deux roues à déclaveter était celui de l'arrière : c'était une manœuvre délicate, dont seul le pilote pouvait saisir le moment opportun. Cette manœuvre, exécutée par Fonck simultanément avec celle des commandes générales, réussit parfaitement. Mais le déclavetage du

train avant avait été confié à l'infortuné mécanicien Islamoff. Celui-ci, sentant qu'on avait décollé, agit prématurément. L'avion, qui n'était encore qu'à un mètre du sol, vint heurter par le gouvernail arrière le train qui venait de se détacher.

Islamoff ne s'était pas assimilé la manœuvre de Fonck ! Il n'avait pas vu que Fonck, pour soulager l'avion, lui laissait prendre de la vitesse avant de tirer sur les commandes qui font travailler les ailes et accentuent l'ascension.



INSTALLATION DE T. S. F. DE L'APPAREIL

Tout cela était prévu, certes, mais la nuance ne fut pas saisie. L'erreur d'Israeloff, dans son appréciation du *moment propice*, peut s'évaluer à *trois* secondes ! Trois secondes plus tard, le raid était entamé avec toutes les chances... En tout cas, que le déclavetage ait été possible, c'est une preuve que l'avion avait décollé, sinon comment déclaveter un train qui supportait, tant qu'il touchait terre, plus de la moitié des treize tonnes totales ?

Aussitôt le choc, Fonck essaie de rattraper l'appareil. Il fallait le reposer sur ses roues. Il appuie à gauche en l'enlevant normalement, la vitesse demeurant encore suffisante. Cette manœuvre évite l'écrase-

ment général. Mais se poser, immédiatement après le décollage, avec une telle charge ! Impossible de couper les moteurs d'un seul coup. Fonck les réduit insensiblement. L'avion touche le sol normalement, roule 50 mètres. Tant que dura la vitesse, les ailes portaient encore. Dès que la vitesse tomba, les ailes ne portèrent plus et le train, réduit à deux roues et une béquille, ne put faire l'impossible. L'avion s'était incliné sur sa droite. Comme il arrive dans un brusque virage d'auto, les rayons de la roue droite se sectionnèrent. L'essieu se ficha en terre et l'avion pivota autour de lui.

Les dix-sept prises d'air des dix-sept réservoirs agirent, sous le choc, comme des vaporisateurs d'essence, élaboussant tout. L'odeur du gaz pousse Fonck à crier : « Sauvez-vous ! » et il se dégage lui-même en poussant Curtin hors du poste, par-dessus le moteur. Le mécanicien Islamoff, homme remarquable de sang-froid, n'avait pas vu le danger. Le choc n'avait été perçu que du pilote faisant corps avec ses commandes — et ceci montre avec quelle maîtrise Fonck avait manœuvré pour éviter la catastrophe. Sitôt à terre, Fonck se précipite vers la cabine du radiotélégraphiste Clavier. Il manque d'étouffer dans l'incendie. Les ouvriers le retirent en arrière. Les deux hommes sont perdus.

Après l'enquête de police, qui confirma de tous points le mécanisme de l'accident tel que nous venons de le décrire, et à la suite du rapport au ministère de la Marine relatant, lui aussi, les faits exacts, Fonck retrouva aussitôt toute la confiance des constructeurs. Et l'on décida de recommencer point par point.

Cette fois, René Fonck s'arrangera pour commander seul les déclavetages des trains de roues.

Assailli par la presse, retenu par la difficulté morale de rejeter sur le disparu la fausse manœuvre génératrice de l'accident, Fonck ne s'est décidé à dire la vérité détaillée qu'après avoir été couvert par l'enquête de police et le rapport militaire.

Et c'est à cette revue qu'il a permis, pour la première fois, d'exposer en détail le mécanisme de la catastrophe.

La portée pratique du raid trans-atlantique

Fonck arrivera-t-il le premier ?

Il n'est pas une semaine où l'on ne nous annonce qu'un concurrent entre en ligne.

Certains concurrents s'appêtent à tenter le bond en partant de la rive européenne.

« C'est d'une grande témérité, assure Fonck, étant données les conditions météorologiques et surtout la brume certaine au 5.000^e kilomètre, vers Terre-Neuve. »

A l'heure où nous écrivons, sur la rive américaine, d'autres concurrents se lèvent. Le célèbre aviateur qui atteignit le pôle en 1926, Byrd, compte partir bientôt, en compagnie de Bennett (sur avion Fokker).

« J'ai volé six heures avec un appareil de ce type, a déclaré Fonck. C'est une merveilleuse machine qui peut passer, si Bennett, récemment blessé, se trouve rétabli en temps utile. Ce sont là, pilote et appareil, mes concurrents les plus redoutables. »

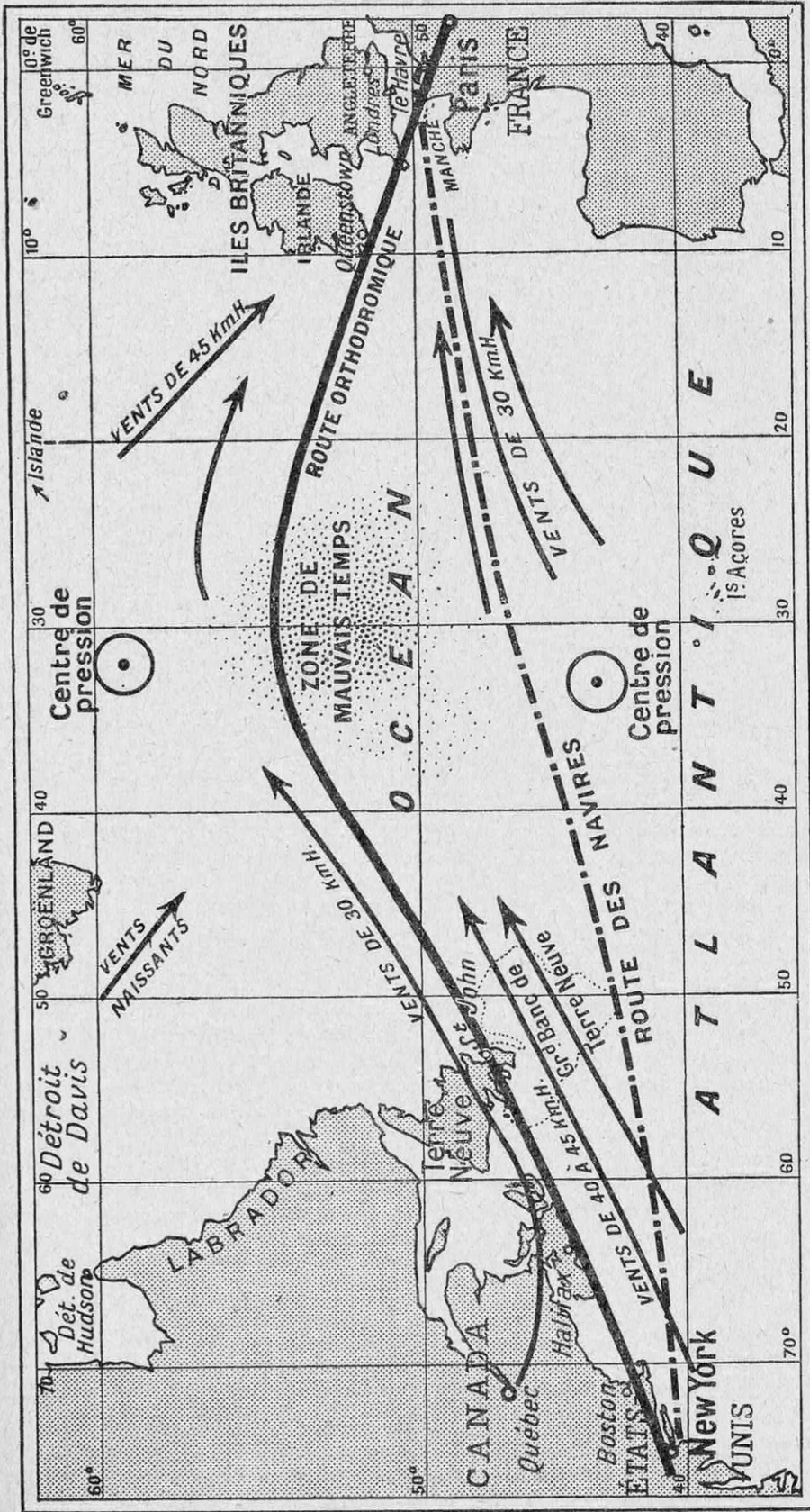
D'autre part, un appareil Bellanca, muni d'un seul moteur de 250 C. V., vient de porter à cinquante et une heures la durée du vol. Peut-il franchir l'Atlantique ? Avec beaucoup de chance, oui. Mais ce sera bien juste. Tenir l'air cinquante heures à la vitesse la plus faible (la moins coûteuse en carburant) est une chose. Faire 6.000 kilomètres d'un trait en est une autre. Et ceci exige, au contraire, la plus grande vitesse. Fonck considère que la vitesse, non la capacité de vol en durée, est le facteur principal de la réussite. Les faits jugeront. Quoi qu'il en soit, l'Atlantique sera probablement franchi juste vingt ans après l'accomplissement du premier circuit fermé d'un kilomètre par Henri Farman. Dans vingt ans de plus, on fera le tour du monde.

En attendant, l'expérience de Fonck peut très bien être le début d'un trafic pratique(1).

Avec 1.000 kilogrammes de poste timbrée à 2 francs-or les 20 grammes, la traversée, qui peut coûter 2.500.000 francs papier, peut rapporter 500.000 francs papier de bénéfice. Les plis urgents confiés à l'avion peuvent concurrencer non, certes, les câblogrammes express, mais les câblogrammes « différés », dont la transmission exige, en moyenne, quarante-huit heures, quelquefois trois jours. Et une pelure d'oignon (papier colonial) peut faire tenir bien des choses en 20 grammes !

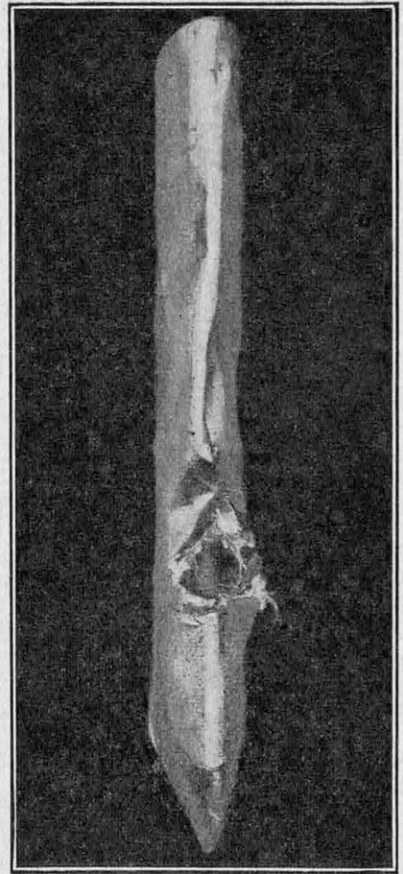
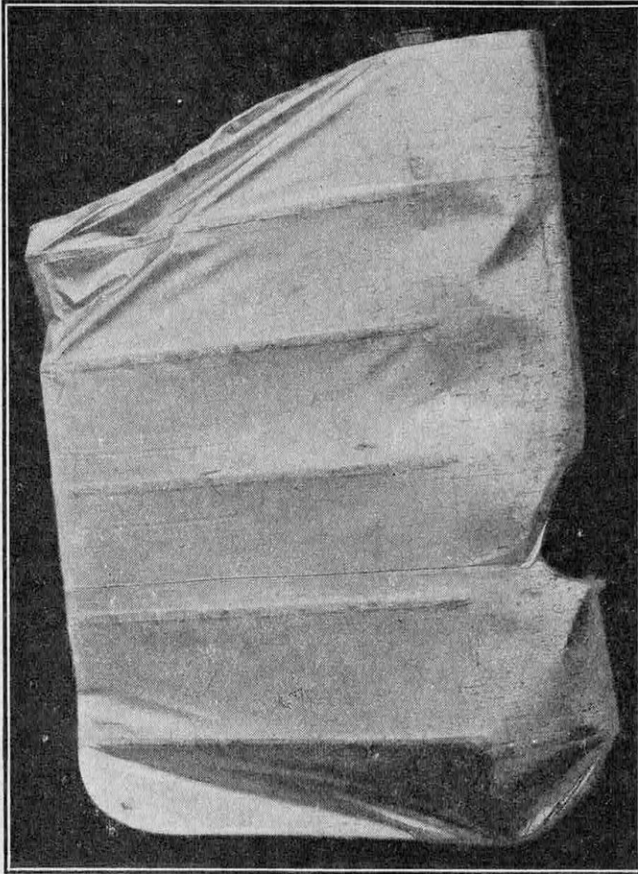
Toutefois, Fonck estime que le retour vers l'Amérique devra être organisé par le sud de l'Atlantique. Toujours le même motif : les brumes de Terre-Neuve ! On peut accep-

(1) Nous parlons du *raid scientifique*, dont nous venons d'exposer les données. Mais *il se peut* qu'au moment où paraîtront ces lignes, Fonck, talonné par ses concurrents, n'ait déjà franchi l'Atlantique sur un Sikorski bimoteur (du service régulier New-York-San-Francisco), qui possède le rayon d'action suffisant. Dans ce cas, la « prouesse » n'aura rien enlevé de sa valeur au raid mathématiquement organisé lequel s'effectuera un jour.



LA ROUTE LA PLUS COURTE, PASSANT PAR TERRE-NEUVE ET L'IRLANDE, QU'AVAIT DÉCIDÉ DE SUIVRE RENÉ FONCK, LE 21 SEPTEMBRE 1926

La situation météorologique était commandée ce jour-là par deux centres de pression : l'un, au nord et l'est du Groenland ; le second, au sud, dans la région des Açores. Entre ces deux centres, les vents s'écoulaient suivant les directions indiquées par les flèches. A mi-parcours, une zone de mauvais temps d'environ 800 kilomètres de large attendait l'aviateur. Il comptait la franchir en altitude ; l'avion, allégé au moment de cette rencontre, pouvait monter à 6.000 mètres et il y avait de l'oxygène à bord. Entre Saint-Jean-de-Terre-Neuve et l'Irlande, la route de Fonck devait suivre autant que possible un grand cercle terrestre, route évidemment la plus courte entre deux points de la surface du globe.



VUE DE PROFIL ET DE FACE DU GOUVERNAIL DE DIRECTION, QUE LE TRAIN DE DÉMARRAGE, LACHÉ TROP TOT, EST VENU SECTIONNER, CAUSANT AINSI L'ACCIDENT

ter ces brumes au départ, non à l'arrivée, en fin de course.

Tout changerait évidemment si l'on parvenait à résoudre cet urgent problème : l'atterrissage dans la brume. Nous l'avons envisagé, ici, à plusieurs reprises. Que ce soit par guidage télémechanique ou par « vision » à travers le brouillard (1), grâce à la lumière

(1) Au moment de mettre sous presse, l'amirauté britannique annonce qu'à la suite d'expériences de laboratoires absolument concluantes de l'inventeur anglais J. L. Baird, un destroyer va être équipé pour réaliser la photographie rapide des obstacles à travers le brouillard, au moyen des rayons infra-rouges. C'est dire que ce que nous prévoyions dans les lignes de notre texte est, dès maintenant, virtuellement réalisé.

infra-rouge, soyons assurés que le problème sera résolu quelque jour. A ce moment, le trajet « Irlande-Terre-Neuve » avec ses prolongements naturels sur Paris, Berlin, etc., d'une part, et sur New-York, Chicago, etc., de l'autre, fera partie des circuits ordinaires des agences de voyage.

D'ici dix ans, il ne faudra certainement pas trois jours à un homme pressé pour atteindre l'une quelconque des extrémités de l'Asie ou des deux Amériques, en partant de Paris, qui est, comme chacun sait, le centre mathématique providentiel de l'hémisphère contenant la quasi-totalité des terres émergées.

JEAN LABADIÉ.

N. D. L. R. — Cette étude originale a été remise à nos imprimeries le 20 mai. En dehors donc de la tragique tentative de Nungesser-Coli du 8 mai 1927, aucun événement n'était à enregistrer. S'il venait à s'en produire d'ici la parution de ce numéro, nous les commenterions par la suite.

UNE LIGNE COMMERCIALE AÉRIENNE SERA-T-ELLE BIENTOT ÉTABLIE PAR-DESSUS L'ATLANTIQUE ?

Par Claude BLANCHARD

Après avoir exposé, dans l'article qui précède, comment il fallait concevoir scientifiquement la traversée aérienne de l'Atlantique « d'un seul coup d'aile », il nous a paru opportun de passer du domaine du raid sportif à celui de l'exploitation d'une ligne commerciale par avion au-dessus de l'Océan. C'est un problème de l'avenir, dira-t-on, mais dont la solution peut être plus proche qu'on ne le pense, si nous en croyons des hommes de science de la valeur d'un Bréguet et d'un Rumpler. De nombreux projets d'avions transatlantiques sont déjà conçus — du moins sur le papier. Les recherches se poursuivent en France comme à l'étranger, mais, à l'heure actuelle, il reste beaucoup à faire pour passer de la technique dans la pratique. La berline aérienne Paris-New-York n'est plus une chimère ; elle n'est pas encore une réalité. Il appartenait à LA SCIENCE ET LA VIE de montrer où nous en sommes actuellement sur la route qui conduit du rêve scientifique du « Pullmann » aérien au moyen de transport qui justifie ce terme.

La traversée de l'Atlantique peut être envisagée à deux points de vue : le raid sportif ; l'exploitation commerciale

QUAND ON envisage dans son ensemble ce grand problème aérien, il faut d'abord séparer la question en deux.

D'une part, la traversée de l'Atlantique envisagée au point de vue sportif et, d'autre part, le but pratique à venir de cette démonstration, c'est-à-dire l'établissement d'un trafic aérien régulier intercontinental.

Entre les deux, il y a un pas, un pas énorme à franchir. Des perfectionnements techniques nombreux, un effort industriel considérable et qui dépasse de beaucoup le cadre d'une usine d'avions, seront nécessaires avant d'y parvenir.

L'aviation, depuis vingt ans, nous a réservé tant de surprises, son essor a été si rapide que nous sommes enclins à ne plus nous étonner de rien et à prendre nos désirs pour des réalités.

On ne se représente pas surtout que la traversée commerciale de l'Atlantique résume tout le problème de la navigation aérienne. Quand les avions pourront parcourir, avec un confort suffisant et une sécurité absolue, plusieurs milliers de kilomètres au-dessus des eaux, et que la technique de la construction permettra une exploitation commerciale logique d'une ligne Paris-New-York, l'aviation aura atteint son but définitif, qui est le transport *en commun* à longue distance.

Le raid sans escale : un coup d'aile par-dessus l'Océan

Ne considérons, tout d'abord, que la partie actuelle de la question, c'est-à-dire le premier raid *sans escale* Europe-Amérique, dont tout l'intérêt se trouve concentré sur le parcours Paris-New-York... à moins que ce ne soit Berlin...

On ne peut donc, autrement que pour mémoire, faire état des précédents exploits aériens, qui, pour être imparfaits, n'en sont pas moins intéressants. Déjà, en 1908, après les premiers bonds de Wilbur Wright au camp d'Auvours, l'idée de voler par-dessus l'Océan avait pris naissance. Le danger que présentait l'eau devait tenter tout de suite les aviateurs audacieux. La traversée de la Manche, en 1909, par Blériot, est la preuve qu'on n'attendit même pas deux ans avant d'essayer. Plus l'aviation se perfectionne et plus « le saut de la rivière » doit être grand. Un jour, quand la navette aérienne Paris-New-York fonctionnera aussi régulièrement qu'un chemin de fer, on s'élancera au-dessus du Pacifique, de Tokio à San-Francisco, quinze jours de bateau en ligne droite, en dédaignant Honolulu. Ainsi va le progrès.

Le 15 mai 1919, le lieutenant américain Read s'élança, non sans audace, de Terre-Neuve et prit terre seize heures après, aux Açores, pour gagner ensuite l'Angleterre, après deux semaines de voyage par petites étapes.

Dans le même temps, l'Anglais Hawker, parti, lui aussi, de Terre-Neuve, avait la chance d'être recueilli en plein océan par un vapeur scandinave.

C'est un mois plus tard, le 15 juin, que Alcock et Brown réussissaient la seule performance intéressante, en filant d'un seul coup d'aile de Terre-Neuve en Irlande. Trois mille kilomètres, à la vitesse moyenne considérable de 187 kilomètres à l'heure. Cet exploit n'a pas été renouvelé. Depuis cette époque, on a annoncé beaucoup de tentatives. Peu ont été poussées jusqu'au bout.

C'est intentionnellement que nous n'avons pas cité les randonnées transatlantiques des dirigeables. Si on les considérait sur le même plan que les avions, la traversée n'aurait plus aujourd'hui l'attrait de la nouveauté, puisque l'anglais *R.-34*, du 2 au 13 juillet 1919, accomplit le voyage Écosse-New-York et retour sans encombre, et que le *Z. R.-3*, dirigeable allemand, parcourut en trois jours d'octobre 1924 la distance qui sépare Friedshafen de Lakehurst. Ces deux randonnées n'ont pas eu de conséquences pratiques. La faible vitesse des dirigeables les handicape dans la lutte contre les bateaux, normalement plus sûrs et presque aussi rapides.

La catastrophe du *Sikorsky* de Fonck a été le premier grand événement historique de cette course à l'Océan.

Fonck avait confié ses chances à la formule des avions lourds multimoteurs. Tarascon et Coli, dont on a beaucoup parlé, mais qui n'ont jamais pu prendre le départ, étaient partisans du monomoteur, en se basant sur le fait que les plus grandes distances jusqu'à ce jour ont été couvertes par des avions de ce type.

Si l'on ne perd pas de vue l'avenir, lequel est dans le « transatlantique aérien », la première idée semble la seule bonne, à condition qu'elle parvienne à une réalisation efficace.

Ceci nous amène à parler de la tragique tentative de Nungesser et Coli. Nous ne critiquerons pas les hommes courageux qui l'ont entreprise. Contentons-nous de rendre hommage à leur héroïsme et de souhaiter qu'elle soit un enseignement pour l'avenir.

Nous avons pu voir Fonck avant son départ pour l'Amérique, où il compte, dans quelques mois, renouveler sa tentative avec un avion identique à celui qui lui valut son premier échec.

— Ne craignez-vous pas, lui ai-je demandé, que quelqu'un d'autre vienne bouleverser vos plans, en réussissant avant vous ?

— Tout est possible, m'a-t-il dit, mais, à mon avis, c'est improbable. Plus on essaiera

et plus on verra que la traversée de l'Atlantique n'est pas une promenade et qu'elle réclame une préparation minutieuse de tous les détails techniques et pratiques. Il ne faut pas que ce soit la bouteille à la mer. Si l'on veut faire œuvre utile, il est absolument nécessaire d'effectuer ce voyage d'une façon comparable à un capitaine qui possède sous la main les éléments pour parer à toutes les éventualités et conduire son paquebot au port, selon une route précise et un horaire prévu.

« Or, je crains, poursuivait-il, que, d'une part, une fausse compréhension du but utilitaire et, d'autre part, la hâte que justifie le désir d'arriver le premier, n'incitent les concurrents à mettre en ligne des appareils insuffisamment préparés.

« Pour cette raison, vous pouvez dire que j'ai la plus grande confiance dans ma réussite, mais que je suis décidé à ne céder à aucune pression de l'opinion pour avancer mon départ. Je prendrai mon vol à mon heure. Si je pars, c'est parce que j'ai confiance.

« Je sais que mon accident n'a pas été dû à une surcharge excessive ni à une tare de la construction, mais à une manœuvre manquée.

« On connaît déjà quelque peu la version que j'ai donnée de la cause de cette catastrophe : le train d'atterrissage auxiliaire, qui devait être largué à dix mètres du sol, ayant été libéré trop tôt, rebondit sur ses pneus avec la force que lui imprimait une vitesse supérieure à 100 kilomètres à l'heure et vint faucher l'extrémité de l'aile, ce qui provoqua une rupture d'équilibre et la chute.

« Quand bien même je serais devancé, je partirais, et, pour n'être pas le pionnier de l'Atlantique, je n'en aurais pas moins conscience d'avoir fait une démonstration, non plus comme une performance, mais comme le premier voyage aérien transatlantique. Quand je dis « voyage », j'entends donner à ce mot son sens économique dans tout ce qu'il comporte de certitude d'arriver au but en temps voulu, grâce à la prévision de toutes choses. »

Les conditions techniques d'un vol sans escale entre Paris et New-York telles qu'elles se présentent à nous

Certes, la façon dont le capitaine Fonck envisage la traversée, faisant tout ce qui est possible pour créer un précédent sérieux au trafic futur, en se maintenant dans les limites des nécessités commerciales, est la seule vraiment capable de jeter les bases d'une ligne aérienne régulière.

Pourtant, une question se pose : Quelles sont les conditions *actuelles* d'un vol sans escale de New-York-Paris ?

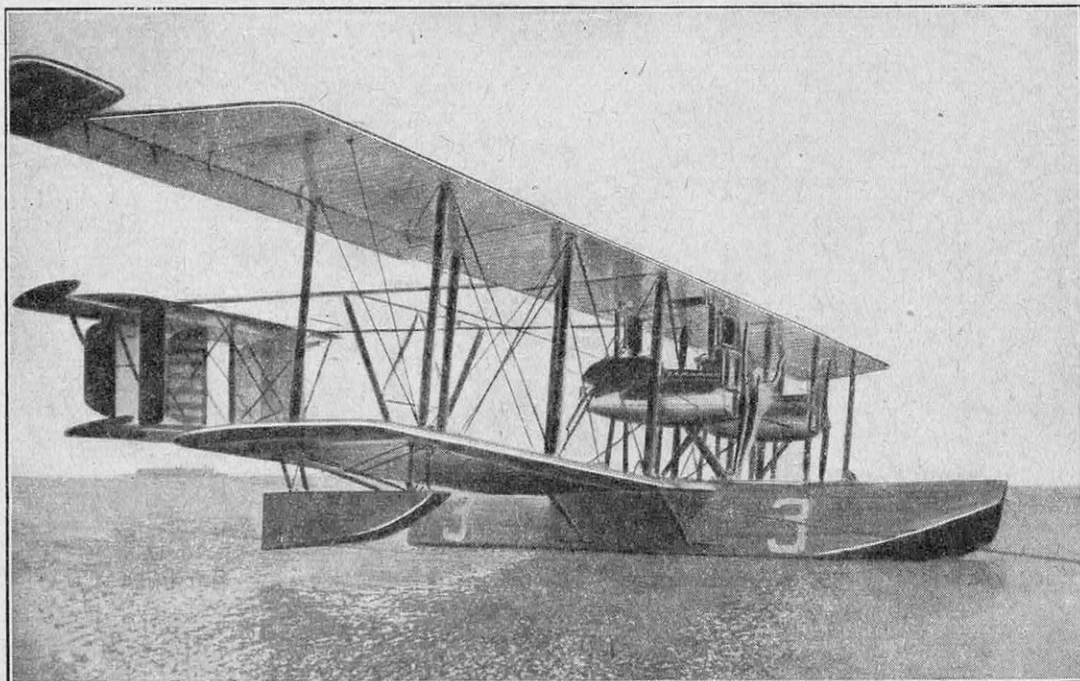
Il n'entre pas dans notre rôle de chercher une réponse dans la technique pure et d'aborder toutes les éventualités scientifiques qu'elle soulève. Bornons-nous à considérer des faits.

L'aviation est née d'un biplan à un seul moteur.

Blériot, qui cherchait à se rapprocher le

vous doublez la quantité de combustible nécessaire, sans augmenter très sensiblement ni le rayon d'action ni la vitesse. Ce raisonnement peut paraître exagérément simpliste, mais il résume tout de même assez bien les difficultés techniques dans lesquelles se débat la construction aéronautique actuelle. C'est un cercle vicieux, dont il faudra sortir un jour ou l'autre.

Il est certain que la multiplication des moteurs a d'autres avantages : sécurité,



L'HYDRAVION AMÉRICAIN « N.C.-3 ». QUI RÉUSSIT LA TRAVERSÉE DE L'ATLANTIQUE

plus possible de l'oiseau, inventa le monoplan vers 1909.

Pendant quelque temps, on crut, avec la traversée de la Manche, être en présence d'un progrès définitif, puis on revint au biplan un peu plus tard. Aujourd'hui, les avis sont partagés. Peu importe. A mesure que les possibilités de vol à longue distance s'affirmaient, on augmenta les envergures de plus en plus. Au lieu d'un seul moteur, on en mit deux, puis trois, puis quatre et même cinq.

Ainsi a progressé l'aviation de transports. Plus le volume de l'avion devenait grand, plus il lui fallait de force pour s'enlever. Mais, conséquence logique, plus on pouvait transporter de poids utile en un seul vol.

Cela ne prouvait pas qu'on pût aller plus loin.

Si vous doublez le nombre des moteurs,

facilité de navigation, que nous allons examiner plus loin et qui en font, c'est entendu, la formule de l'avenir. Pour le moment, nous ne parlons que de la distance qu'un avion peut parcourir normalement.

Pour les records, qu'a-t-on été amené à faire ?

On a comblé avec du combustible toute la marge de poids utile, et, comme ce n'était pas suffisant, on l'a dépassée.

Pour employer une expression familière de la mécanique, on a *poussé* le rapport entre les facultés de vol et le poids jusqu'aux extrêmes limites. Je n'en veux pour preuve qu'une comparaison entre les caractéristiques de l'avion Sikorsky, tel qu'il avait été prévu pour l'usage normal de la marine américaine, et celles du même appareil adapté pour l'Atlantique.

Nous voyons que, dans le projet technique

original, l'envergure était de 23 mètres pour 78 mètres carrés de surface portante. Le poids du combustible, joint à celui de l'équipement et de l'équipage, était prévu pour 1.560 kilogrammes.

Dans le type construit pour les Argonautes, l'envergure était un peu supérieure : 31 m 80, mais le poids seul du carburant dépassait de 200 kilogrammes le poids total en ordre de vol de l'appareil précédent. Pour une même puissance de 1.200 chevaux, la charge, pour le premier, était de 80 kilogrammes au mètre carré ; pour le second, elle atteignait 107 kilogrammes. La charge par cheval, au lieu des 5 kg 13, était de 8 kg 62.

Je sais qu'on peut opposer à ces faits une certaine élasticité des lois de l'aérodynamique et que des techniciens seraient en mesure de réfuter l'imprudence que représentent ces écarts de chiffres. Il n'empêche pourtant que la logique s'oppose à admettre le bien-fondé de tels excès mécaniques.

L'aviateur américain Davis, qui s'est tué au moment où il effectuait, avec son avion géant, les derniers essais à pleine charge, avant de tenter, à son tour, de traverser l'Atlantique, illustre cette constatation d'un triste exemple.

Une croyance commune veut que, lorsqu'un avion a réussi à prendre l'air, il n'y a aucune raison pour qu'il ne puisse continuer à s'élever jusqu'à « un plafond » relativement élevé.

Quand on relit les relations de cet accident, lequel, quoi qu'on en dise, a d'étranges points de ressemblance avec celui de Fonck, on voit que l'appareil, malgré les efforts désespérés du pilote, vogue quelques secondes à une très faible altitude, puis, ainsi qu'un cheval alourdi qui succombe à l'obstacle, refuse de franchir une ligne d'arbres et finit par s'écraser sur le sol, comme épuisé par l'effort. Il se dégage du récit de ces catastrophes navrantes l'impression qu'on aboutit, en matière de construction des gros avions de transports à longue distance, à une phase où les anciennes formules, perfectionnées dans un certain sens, finissent par craquer.

A l'aviation des grands raids il faut des avions spéciaux résultant de conceptions nouvelles. C'est l'avis de Bréguet et de Rumpler

A ce point de vue, la traversée de l'Atlantique nous fait toucher du doigt la nécessité, que l'aviation éprouve, de la mise en œuvre de principes nouveaux pour que son essor se poursuive.

M. Louis Bréguet semble absolument d'accord sur ce point, quand il dit :

« Pour réaliser la liaison Europe-Amérique, ce ne sont pas des étapes de 1.600 kilomètres qu'il faudra effectuer dans des conditions de rendement commercial suffisant, mais des étapes de plus de 4.000 kilomètres.

« Comme je l'ai montré, ajoute-t-il, sans progrès nouveaux, la réalisation de ces appareils est impossible... »

On se trouve ainsi en présence d'une énorme difficulté. Dès qu'il s'agit d'une distance supérieure à 2.000 ou 2.500 kilomètres sans escale, le meilleur des avions réalisable aujourd'hui devient obligatoirement un réservoir d'essence volant, qui supprime toute possibilité d'emporter un chargement utile. Et l'on a vu par surcroît, que, pour le parcours imposé par l'Océan, la preuve n'est même pas encore faite que l'avion le plus grand peut tenir l'air au départ, avec la provision de combustible suffisante pour tout le voyage.

L'avion transatlantique n'est pas encore né

Supposons, pourtant, l'Atlantique traversé et qu'on soit en droit d'essayer, après cette première réussite, de jeter les bases d'un trafic régulier avec quelques passagers, des bagages et la poste. On se trouvera dans la nécessité d'adjoindre à un avion qui aura décollé à la limite de ses forces, une charge supplémentaire importante : *ce qui est absolument impossible*, sans donner à l'avion une puissance de vol plus grande par rapport à son poids.

La question qui se pose alors, dit, ailleurs, M. Louis Bréguet, est de savoir de combien on pourra améliorer les qualités aérodynamiques, thermodynamiques et constructives des avions de demain, de façon à regagner cette marge de poids ? Cela comporte une finesse supérieure du planeur, une consommation de carburant plus réduite, un gain sur le poids mort de l'appareil et des moteurs.

Dès lors, le problème se trouve remis à nouveau entre les mains des techniciens. En un mot, il faudra *inventer* l'avion transatlantique. C'est un fait pur et simple.

Deux interprétations en présence : l'avion ou l'hydravion ?

En ce qui concerne particulièrement l'avion transatlantique, il y a deux théories en présence. L'une qui vise la construction des avions terrestres, l'autre des hydravions.

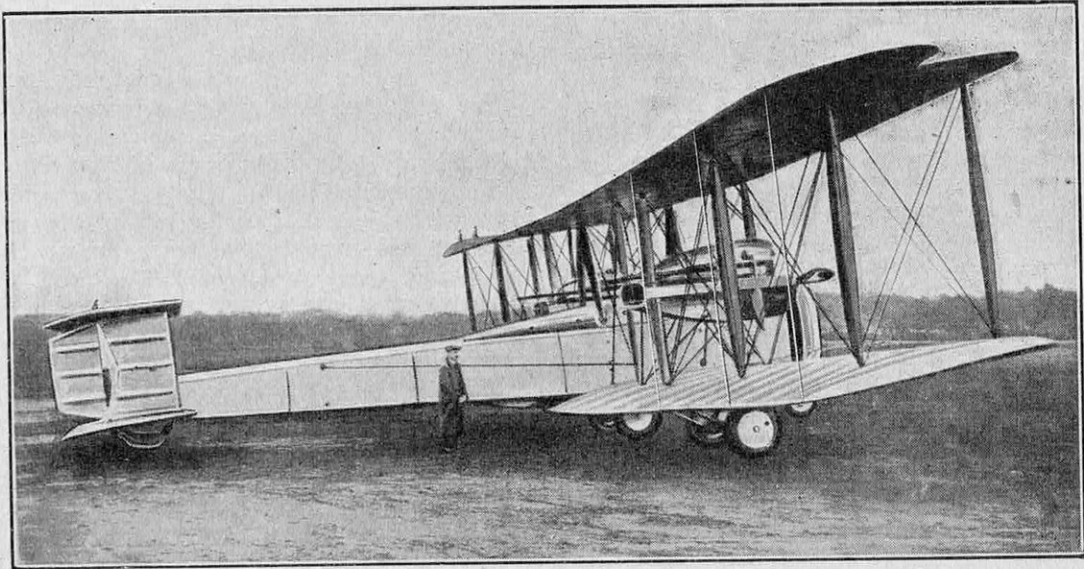
La première catégorie, apparaît, tout

d'abord, avec un inconvénient notoire. Il est anormal qu'un avion qui doit se déplacer uniquement au-dessus de l'eau soit construit pour aller sur terre. L'eau est pour lui un perpétuel danger, et, s'il ne rencontre pas sur sa route des îles naturelles ou artificielles, il est dans la nécessité absolue d'aller de la côte à la côte sans défaillance de ses moteurs. Ceci implique la résolution d'un problème très délicat, qui est depuis plusieurs années

sécurité qu'il offre doit localiser entièrement les recherches sur ce type d'appareil.

En France, Bréguet est à la tête du mouvement

En France, les travaux les plus remarquables qui furent faits dans ce sens sont dus à M. Louis Bréguet, qui s'est intéressé tout particulièrement à l'avenir de l'aviation transatlantique.



L'AVION VICKERS VIMY, AVEC LEQUEL LES AVIATEURS ALCOCK ET BROWN VOLÈRENT SANS ESCALE DE TERRE-NEUVE EN IRLANDE

à l'étude. Il consiste à trouver un appareil dont le vol puisse se poursuivre normalement avec plusieurs moteurs arrêtés. C'est une condition essentielle de la sécurité. Mais, d'autre part, l'avion terrestre possède sur l'hydravion un avantage considérable, surtout dans les imperfections présentes de la technique. Il décolle beaucoup plus facilement, car les flotteurs de l'hydravion offrent à la surface de l'eau une adhérence qui réclame sensiblement plus de force motrice. De plus, les flotteurs forment un élément de résistance à l'avancement qui diminue la vitesse.

Pour parer provisoirement aux inconvénients de l'un et l'autre mode de construction, le *Sikorsky* de Fonck était équipé avec une carlingue étanche, formant coque de bateau, qui lui aurait permis, en cas d'amerrissage forcé, d'attendre un certain temps l'arrivée des secours.

Néanmoins, d'une façon générale, l'hydravion multimoteur doit constituer, dans l'avenir, le paquebot aérien idéal, car la

Ce constructeur a repris dans son projet la conception de l'Allemand Junkers sur ce qu'il est convenu d'appeler « l'aile volante ».

On sait que la plupart des techniciens ont maintenant adopté cette conception pour le transport aérien, des générations futures. L'aile de cet avion monoplane, épaisse de 2 m. 15, permet d'y loger, dans l'intérieur, toute la vie mécanique et humaine. De cette façon, tout ce qui, dans les avions actuels, constitue des garnitures extérieures de la carlingue, elle-même très importante pour y placer les passagers, ce qui donne encore aux grands appareils d'aujourd'hui l'aspect d'un wagon volant, se trouve effacé dans les surfaces portantes. C'est alors le wagon lui-même, si l'on peut dire, qui vole, soutenu en équilibre par trois corps de carlingue en forme de fuseaux, qui contiennent salon et salle à manger des passagers et de l'équipage.

Les premières classes se trouveraient dans le bec de l'aile percé de fenêtres, et les se-

condes, à l'arrière des carlingues... dans la zone tonnante des moteurs... Pour l'instant, on ne s'est pas encore demandé si les riches marchands de conserves de Cincinnati ont le sommeil dur...

Il est amusant de noter que l'équipage prévu serait de dix-huit hommes, se décomposant comme suit : un commandant, deux cuisiniers, un maître d'hôtel, deux serveurs, trois garçons de cabines, formant, avec leurs bagages, un poids de 2.000 kilogrammes.

Le poids total de cet appareil serait de 55 tonnes, dont 18.000 kilogrammes de combustible.

Les qualités aérodynamiques de l'aile volante, qui ont été prouvées dans les courants d'air artificiels des laboratoires, permettraient à cet avion d'avoir un rendement commercial de 14 tonnes et une vitesse de 250 kilomètres à l'heure.

Dans une communication que M. Rateau a faite récemment à l'Académie des Sciences, au nom de M. Louis Bréguet, il déclare que les calculs récents permettent, en attribuant au projet un poids moteur de 1 kilogramme par cheval, un rendement de l'hélice de 78 % et une vitesse de 175 kilomètres-heure, d'envisager, dans un avenir assez proche, des appareils qui pourraient effectuer d'une seule traite des distances de 25.000 kilomètres. Une grande partie de la solution est dans la finesse, c'est-à-dire dans l'aptitude plus ou moins grande du planeur à voler.

Cette finesse, qui était, avant la guerre, de 0,15, est maintenant de 0,10 et se rapproche peu à peu de celle de l'oiseau, qui est de 0,05.

Les projets allemands : Rumpler, Dornier, Schlefer

Le grand effort pour l'avenir a été fourni par l'Allemagne, qui, privée de son aviation militaire, a trouvé un dérivatif à son activité dans l'aviation commerciale, qu'elle est arrivée à porter à un degré de perfectionnement que nous ne connaissons pas encore.

Après l'hydravion Super Wal, capable, avec ses 1.300 C. V., d'emporter une charge moyenne de 3.000 kilogrammes sur des distances moyennes, les ingénieurs Dornier, Schlefer et Rumpler ont établi chacun des projets d'hydravions géants, dont l'un serait en cours de réalisation.

Le premier, celui de l'ingénieur d'origine française, Dornier, aurait une envergure de 80 mètres, avec douze moteurs Jupiter de 450 chevaux, et serait capable de transporter cent personnes.

Le second, plus étonnant encore, imaginé

spécialement pour répondre au besoin d'un hydravion transatlantique à grande vitesse, aurait une puissance totale de 3.600 chevaux, répartie en six moteurs et, sur ses 100 mètres carrés de surface portante, pourrait porter un poids global de 20 tonnes, ce qui est fabuleux si l'on pense que cela représente 200 kilogrammes au mètre carré, alors que les avions d'aujourd'hui supportent, à grand-peine, de 90 à 100 kilogrammes !...

Ajoutez à cela la vitesse annoncée de 400 kilomètres à l'heure.

Le troisième projet est encore plus grandiose : 10.000 chevaux de puissance, alimentés par 53.000 litres d'essence pour une distance de 4.400 kilomètres. Mais, avec la vitesse moyenne de 275 kilomètres à l'heure, ce véritable « Leviathan » céleste de 115.000 kilogrammes pourrait porter, en quatorze heures et demie, de Paris à New-York, cent trente personnes et 6.000 kilogrammes de bagages.

L'aviation commerciale allemande nous offre, c'est certain, des exemples à suivre ; mais, dans ces études mirifiques que l'Allemagne laisse circuler avec une certaine complaisance, il y a, sans aucun doute, une grande part de spéculation idéologique.

On a coutume de croire que l'Allemagne prépare en secret la construction d'un avion grandiose qui traversera bientôt l'océan sans coup férir. Si on peut me reprocher de l'avoir dit ailleurs, c'est que je le croyais sincèrement, mais, depuis, j'ai acquis l'impression que la fabrication allemande, pour être beaucoup plus active que la nôtre, ce que l'on peut déplorer, n'a pas, au point de vue des perfectionnements fondamentaux, l'avance qu'on pourrait supposer.

L'Allemagne se prépare-t-elle aussi à traverser l'Atlantique ?

Répondre à cette question par l'affirmative serait avouer qu'elle sait entourer ses projets d'un secret impénétrable, car rien ne peut le laisser supposer.

J'ai pu rencontrer à Paris le représentant et agent diplomatique de la plus grande compagnie de navigation aérienne d'outre-Rhin. L'impression qui se dégage de cet entretien, de la plus haute courtoisie, est que les Allemands ne tenteront la traversée de l'Atlantique que le jour où ils seront certains de réussir du même coup une performance de premier ordre et une démonstration éclatante qui relèvera, aux yeux du Nouveau Monde, leur prestige industriel. Or, cette démonstration ne sera efficace,

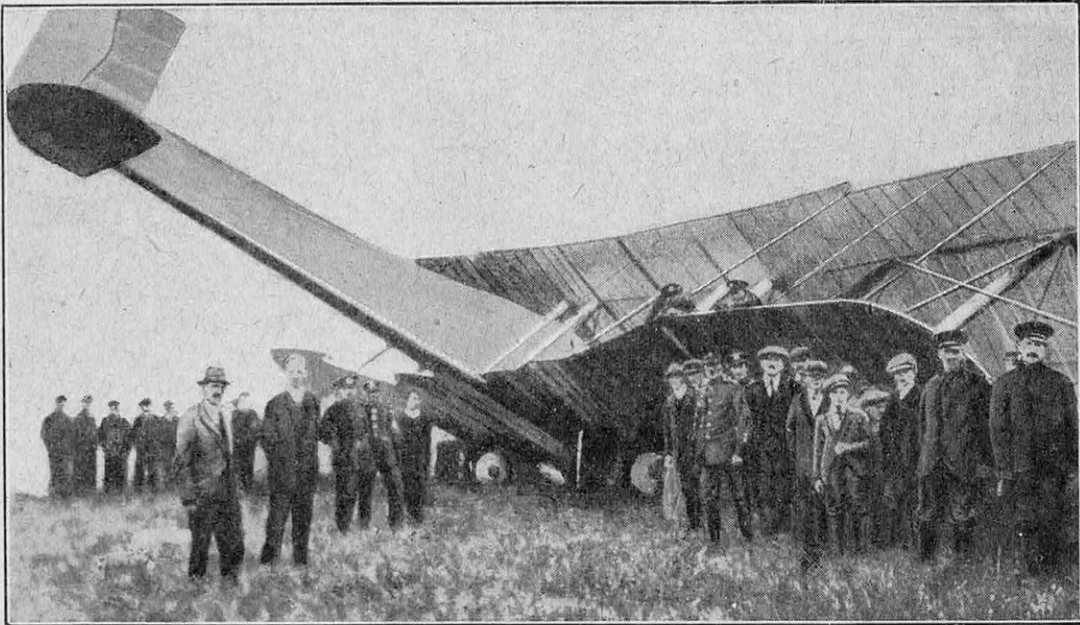
à leur sens, que si l'avion porte en lui l'embryon constructif du véritable « Paris-New-York » de demain.

C'est aussi pour nous un exemple utile à suivre. Puisse la construction française se pénétrer de ces idées et avoir, tout au moins comme les constructeurs germaniques, le mérite d'essayer les conceptions nouvelles !

Pourquoi donc les progrès de la construction française sont-ils si lents ? Pourquoi nos propres innovations sont-elles appliquées

« Pour construire ces appareils, j'ai dû me passer de l'autorisation du Service Technique, quitte à mettre ensuite ce dernier devant le fait accompli, avec plus de cinquante chances sur cent de voir mon modèle refusé. »

Qu'on s'étonne, après cela, de voir la France perdre peu à peu le rang d'initiatrice qu'elle avait conservé depuis l'époque où elle eut le premier mérite de faire, à ces grands précurseurs que furent les frères



APRÈS LA TRAVERSÉE DE L'ATLANTIQUE PAR ALCOCK ET BROWN, L'AVION PIQUE DU NEZ A L'ATERRISSAGE A CLIFDEN

chez nous après que l'étranger s'en est déjà emparé ?

C'est une question que j'ai posée à M. Henri Farman, et l'explication qu'il m'a donnée en est simple.

Il y a, en France, un service technique de l'aviation, qui est chargé de contrôler les plus minimes détails de la construction. Le diamètre des boulons, le pas des hélices, la qualité de la colle, tout est catalogué et vérifié sur chaque spécimen d'appareils. Ce contrôle indispensable à la sécurité publique devrait pourtant s'exercer avec un certain souci du progrès. Or, il ne s'opère que sur des gabarits établis une fois pour toutes et qu'il est extrêmement difficile de faire modifier.

M. Henri Farman, pour m'en donner la preuve, m'a emmené dans ses ateliers et, me montrant la carcasse en construction d'un nouveau bimoteur à grand rayon d'action qui va commencer ses essais, il m'a dit :

Wright, une place que, dans leur pays, on leur refusait.

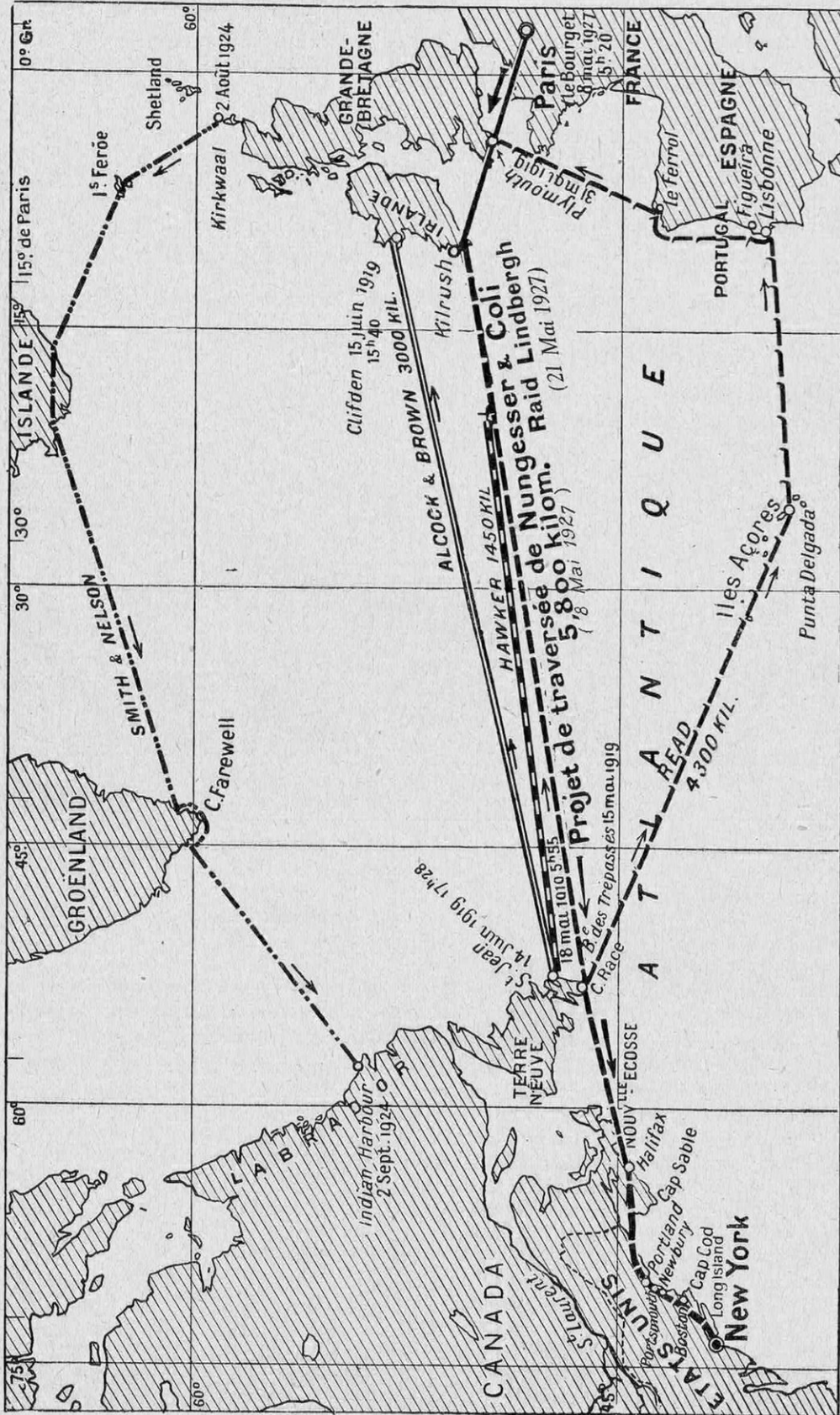
L'exploitation commerciale de la traversée transatlantique est-elle possible économiquement ?

Si nous supposons toujours le problème résolu, on peut se demander, dès maintenant, quelles seraient les nécessités d'exploitation commerciale d'une ligne aérienne de Paris à New-York ?

Il n'est un mystère pour personne que les compagnies de navigation aérienne vivent, en grande partie, par les subventions des gouvernements.

On compte, en moyenne, que les subsides officiels comblent de 75 à 80 % des dépenses totales. La poste et les passagers forment donc un rapport de 20 à 25 %.

En France, les subventions gouvernementales annuelles oscillent autour de 60 mil-



CARTE DONNANT, A LA DATE DU 21 MAI 1927, LES TRAJETS EFFECTUÉS EN AVION AU-DESSUS DE L'ATLANTIQUE. ON VOIT QUE SEULS ALCOCK ET BROWN AVAIENT FRANCHI D'UN BOND L'OcéAN, DE TERRE-NEUVE EN IRLANDE, AVANT LE RAID DE LINDBERGH

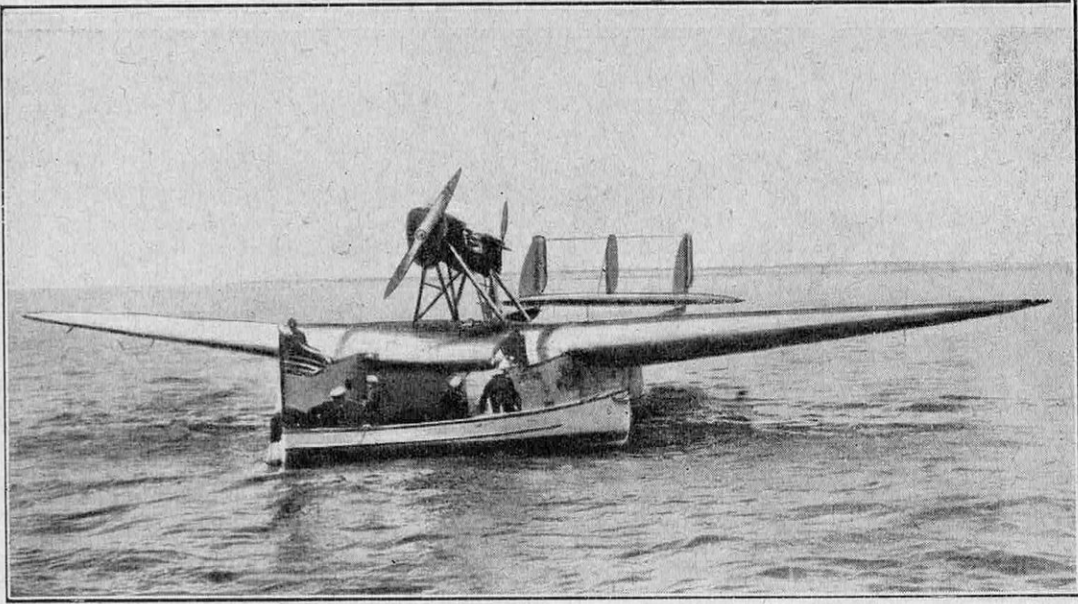
lions ; en Allemagne, elles sont de 450 millions. Notons, en passant, cette différence édifiante.

Or, sur le nombre total des voyageurs transportés dans tous les pays, on compte plus de 90 % de touristes, c'est-à-dire des gens qui empruntent la voie aérienne par curiosité ou agrément. Il en est peu qui y trouvent un avantage pratique assez grand pour en adopter les risques réels ou illusaires.

lisés déjà sur des lignes commerciales, comme celle de San-Francisco à New-York, la navigation aérienne voit ses avantages croître chaque jour.

Une seule ligne aérienne au monde donne des bénéfices !

Il existe cependant dans le monde une ligne d'aviation, *une seule*, qui peut nous donner une idée des nécessités d'exploita-



L'AVION DE PINEDO A GALVESTON (TEXAS)

Pour que l'avion puisse enfin s'imposer comme moyen de transport, tout d'abord coûteux avant de devenir bon marché, il faut qu'il présente sur ses concurrents terrestres un tel avantage de rapidité que personne ne puisse en nier l'intérêt et que cet intérêt soit si grand qu'il bouleverse les vieilles habitudes et les craintes. Aussi quand on essaye de voir quelles doivent être les qualités de l'avion de demain pour pouvoir être exploité commercialement, il faut, tout d'abord, se reporter aux moyens de transports par eau ou par voie ferrée.

Pour aller, par exemple, de Paris à Amsterdam, l'avion met trois heures et demie ; le nouveau train extra-rapide baptisé : « l'Étoile du Nord » met sept heures. Pour le trajet Paris-Londres, c'est à peu près identique.

La différence de temps sur ces petits parcours n'est pas suffisante. Sur les grands trajets, elle n'augmente pas encore dans les proportions désirables, mais les vols de nuit devenant de plus en plus sûrs et étant réa-

tion des lignes aériennes futures, et dont l'exemple est fort bien venu pour la traversée de l'Atlantique.

Cette ligne est très peu connue. Elle traverse la Colombie, en Amérique du Sud, et joint le port du Baranquilla à Bogota. Autrefois, les voyageurs qui débarquaient sur la côte bolivienne de l'Atlantique étaient obligés d'emprunter, pour se rendre à la capitale, un bateau à vapeur qui remontait le fleuve Magdalena pendant plus de deux mille kilomètres. Ce voyage fluvial durait de sept à huit jours. Aujourd'hui, un service régulier d'avions prend les voyageurs au débarquement du paquebot et les porte d'un seul vol, en une journée, en pleine montagne. Le gain de temps ainsi réalisé, grâce à l'avion, est si considérable que peu de voyageurs hésitent à s'en servir et que la compagnie chargée de ce trafic est la *seule du monde* qui fasse des bénéfices. Pour réaliser un gain de temps suffisant, il faut que les aérodromes soient bien aménagés et reliés par des transports rapides aux villes qu'ils desservent.

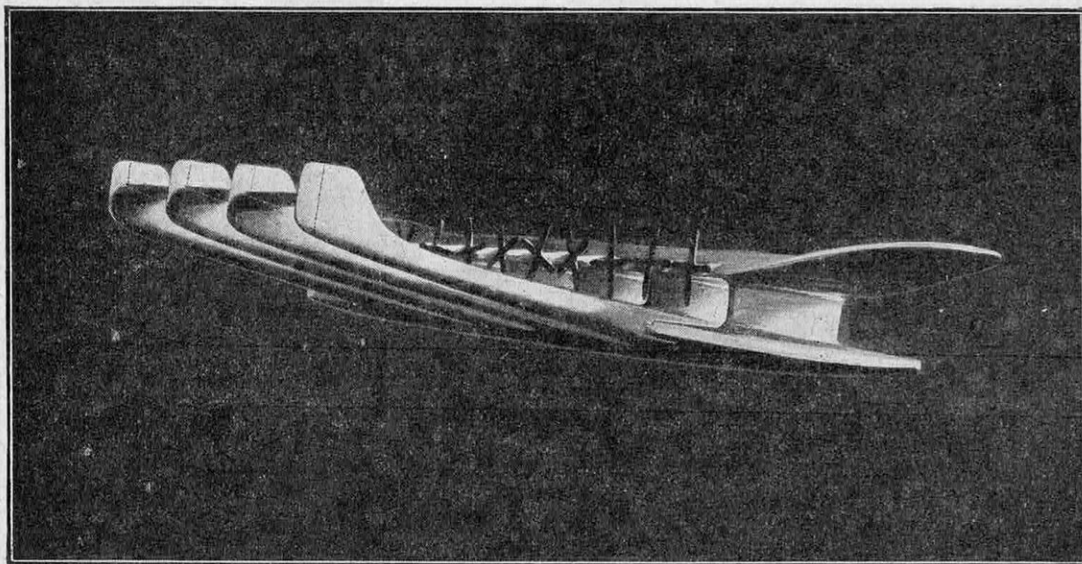
La navigation aérienne ne peut s'imposer que grâce à sa vitesse de transport

On voit par là que la navigation aérienne s'imposera d'elle-même, quand sa vitesse deviendra écrasante pour les autres moyens de locomotion.

Cette vitesse primera sur tout, même sur la sécurité, car elle devient une des conditions d'existence d'un monde de plus en plus affairé !

aile habitable, qui ne peut vivre encore malheureusement que sur le papier, M. Bréguet, se basant sur un ensemble de prévisions et de calculs, déclare que la compagnie qui exploiterait l'appareil qu'il a imaginé, réaliserait un bénéfice de 6.000 francs par billet en demandant 10.000 francs pour un passage.

On voit comme tout est compliqué, comme tous ces problèmes, qui s'enchevêtrent, sont fonction les uns des autres.



MODÈLE DE L'AVION TRANSATLANTIQUE RUMPLER (10.000 CHEVAUX, 130 PASSAGERS)

C'est encore un problème technique qui se pose pour la mise en œuvre d'une ligne Paris-New-York.

Qu'on veuille bien considérer, en effet, que si un pareil trafic pouvait s'amorcer demain sur les mêmes bases que la traversée de la Manche, il faudrait demander aux voyageurs aériens six ou sept fois le prix d'un voyage en première classe sur un paquebot. Ce calcul a été fait par les Allemands.

Dans ces conditions, on serait mal venu de ne pouvoir offrir en échange qu'une réduction insuffisante de la durée des parcours.

M. Louis Bréguet a envisagé d'une façon très positive tous ces problèmes, et il s'est particulièrement attaché au calcul des prix de revient. Il arrive à constater ceci : que la vitesse a aussi une grande importance dans l'établissement des tarifs, puisque toute une série de dépenses sont horaires et que ces dépenses sont d'autant plus faibles que la vitesse est plus grande.

Revenant aux projets de l'hydravion à

Sécurité, confort, distance, vitesse, exploitation, tout cela se tient.

Qu'on ne vienne pas nous parler de la difficulté de construire des îles artificielles de cinquante hectares, s'il faut en construire, avec aéroports et des palaces flottants et comment on pourra les ancrer sur le fond ? Ce n'est rien plus qu'un ouvrage d'art colossal.

Sommes-nous encore loin de cet avion absolument sûr, spacieux, rapide, qui pourra enlever pour un long voyage, avec sa provision de combustible, beaucoup de « business-men » et d'« american beauties » avec leurs enfants, leurs domestiques, leurs malles-armoires et leurs petits chiens, et transporter tout cela, endormi du sommeil paisible des consciences tranquilles, à travers les nuits de l'Atlantique, à 15.000 mètres au-dessus du royaume des mouettes.

Peut-être, bientôt ? Dans dix ans ? Qui peut le dire ?

CLAUDE BLANCHARD.

LES GRANDES ÉPOQUES DE LA SCIENCE

LE CENTENAIRE DE FRESNEL ET LA NATURE DE LA LUMIÈRE

Par Marcel BOLL

DOCTEUR ÈS SCIENCES

Après la célébration du deuxième centenaire de Newton par l'Angleterre (1), la France célèbre, ce mois-ci, le premier centenaire de Fresnel. Ingénieur de l'École Polytechnique et de l'École des Ponts et Chaussées, membre de l'Académie des sciences à trente-cinq ans, lauréat de la Société Royale de Londres, Augustin-Jean Fresnel est surtout connu par sa géniale invention des phares lenticulaires, qui a permis d'augmenter considérablement la portée de ces appareils lumineux et, par conséquent, d'accroître la sécurité des navires. Mais son œuvre, quoique de courte durée — Fresnel mourut à l'âge de trente-neuf ans — est bien plus considérable dans le domaine des sciences physiques. Il fut, en effet, le grand théoricien de l'optique et a attaché son nom à l'étude de la réflexion, la double réfraction, la diffraction, les interférences, la polarisation, la nature même de la lumière. Notre savant collaborateur retrace ici la brillante carrière de Fresnel, un des plus grands physiciens dont la France s'enorgueillit à juste titre.

La trop brève carrière du savant

FILS d'un architecte et neveu de l'écrivain Prosper Mérimée, Augustin-Jean Fresnel naquit

dans l'Eure, à Broglie, en 1788. On raconte qu'il apprit difficilement à lire, mais que, dès l'âge de neuf ans, il témoignait des goûts les plus vifs pour les expériences. Il passa successivement par l'École Polytechnique, puis par l'École des Ponts et Chaussées, d'où il sortit ingénieur, et, pendant huit ans, en Vendée, dans le Midi, en Bretagne, il nivela des routes, surveilla des entrepreneurs, creusa des canaux d'irrigation....

Mais, en même temps, il utilisait ses loisirs à des recherches scientifiques : dès 1815, il était célèbre. En 1823, il entra à l'Académie des Sciences de Paris et fut lauréat de la Société Royale de Londres.

Cette brillante carrière devait brusquement prendre fin : le mal débuta en 1824

par une hémoptysie et empira rapidement, car, le 14 juillet 1827, âgé de trente-neuf ans, Fresnel s'éteignait dans la banlieue de Paris, à Ville-d'Avray.



AUGUSTIN-JEAN FRESNEL
(1788 - 1827)

Fresnel et les phares

Fresnel fut surtout un théoricien ; mais il ne négligeait pas, à l'occasion, de s'occuper de questions pratiques ; et, si son nom fut connu du grand public, ce n'est pas par ses travaux sur l'entraînement partiel des ondes, sur la biréfringence artificielle ou sur la réflexion vitreuse, mais bien plutôt par sa découverte, plus accessible, plus tangible, des phares lenticulaires.

Au moment où ce savant s'attaqua à la question, on entourait le feu S des phares (fig. 1) d'une lentille cylindrique, telle que L. Ce dispositif ne permettait pas de

réaliser des faisceaux lumineux très larges, car il eût fallu construire des lentilles de poids énormes, très épaisses, donc très absorbantes dans la région centrale, très médiocres (à cause des « aberrations ») sur les bords. Fresnel imagina d'entourer la

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 117, de mars 1927, page 207.

lentille L d'échelons tels que D et C : les premiers sont dits « dioptriques », car ils sont traversés par la lumière, tout comme la lentille L ; les seconds sont appelés « catadioptriques », parce que le rayon lumineux y subit, en outre, une réflexion intérieure, une « réflexion totale » qui n'amène aucune perte de lumière.

Ainsi donc, par une meilleure utilisation de la lumière, Fresnel a permis d'augmenter considérablement l'intensité et la portée des phares : il fut un bienfaiteur de la navigation maritime.

Un grand théoricien de l'optique

Fresnel, avons-nous dit, a été principalement un théoricien, un théoricien de l'optique, au même titre que l'Anglais Newton, mort juste un siècle avant lui (1), que le Hollandais Huygens, les Français Fizeau et Foucault, l'Anglais Maxwell. Il s'occupa successivement des principaux phénomènes de l'optique : réflexion, réfraction, double réfraction, diffraction, interférence, polarisation, interférence des rayons polarisés.

(1) Voir « Le second centenaire de Newton », *La Science et la Vie*, mars 1927, p. 207.

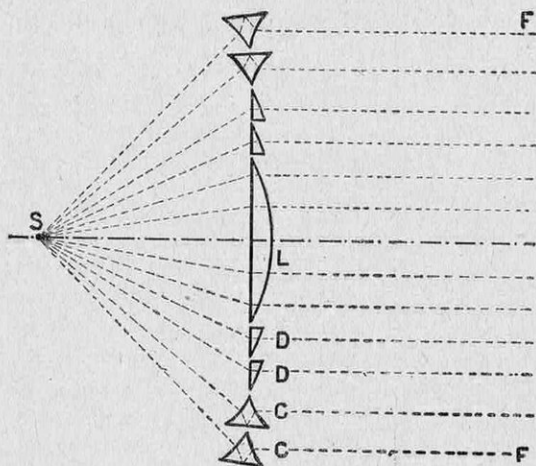


FIG. 1. — LE PERFECTIONNEMENT APPORTÉ AUX PHARES PAR FRESNEL

Avant Fresnel, on ne se servait que d'une lentille L ; ce physicien proposa d'employer des échelons, les uns dioptriques DD , que la lumière traverse, les autres catadioptriques CC , à l'intérieur desquels la lumière se réfléchit. La source de lumière envoie ainsi un faisceau très large FF de rayons parallèles. Notre figure ne représente que la coupe d'un système cylindrique, d'axe vertical passant par S ; le faisceau FF se trouve ainsi envoyé dans toutes les directions.

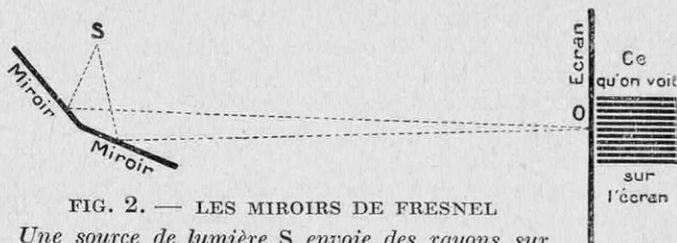


FIG. 2. — LES MIROIRS DE FRESNEL

Une source de lumière S envoie des rayons sur deux miroirs contigus, peu inclinés l'un sur l'autre. Deux de ces rayons se rencontrent, après réflexion, sur un écran en O ; on observe des bandes alternativement brillantes et sombres (franges d'interférence), qui ont, par exemple, une fraction de millimètre de distance ; il est extrêmement remarquable que de la lumière, ajoutée à la lumière, puisse, en certains points, donner de l'obscurité.

La réflexion est cette brusque déviation que subit la lumière, lorsqu'elle rencontre un miroir : les lois de la réflexion étaient connues depuis longtemps, mais Fresnel apporta une importante contribution à ce problème en recherchant dans quelle proportion la lumière est réfléchie, dans quelle proportion elle est transmise par des corps transparents ; tout le monde connaît ces « reflets », qui se forment sur une surface d'eau ou sur une lame de verre. Ce phénomène est connu sous le nom de *réflexion vitreuse*, — par opposition à la « réflexion métallique » — ; la lumière réfléchie est d'autant plus considérable que le rayon tombe sur la surface sous un angle plus petit, que le rayon est plus « rasant ». Fresnel croyait, ce qui, au fond, était fort naturel pour l'époque, à l'existence de l'éther, et il n'eut que plus de mérite à trouver une solution exacte, puisque, suivant les termes de H. Ollivier, professeur à la faculté des sciences de Strasbourg, « ces beaux calculs avaient pour point de départ un échafaudage d'hypothèses inacceptables ».

Huygens (1629-1695) savait déjà que certains corps, comme le quartz ou le spath, produisent un dédoublement des rayons lumineux qui les traversent. Fresnel reprit la question et montra la généralité du phénomène : c'est le cas de toutes les substances présentant une anisotropie, c'est-à-dire dont les propriétés ne sont pas les mêmes dans toutes les directions. Fresnel montra même qu'il est possible de provoquer une anisotropie artificielle en comprimant fortement un cube de verre : le verre comprimé devient biréfringent.

La diffraction est la propriété que présentent les rayons lumineux de paraître contourner certains obstacles, tout comme le son semble contourner les objets usuels : Fresnel, sur ce sujet, put compléter les

résultats indiqués par Huygens, et la synthèse de leurs idées est maintenant connue sous le nom de *principe d'Huygens-Fresnel*.

L'interférence exprime l'interaction de deux rayons lumineux ; le phénomène était connu depuis l'Anglais Young (1773-1829). Fresnel inventa un dispositif ingénieux, désigné, depuis, sous le nom de *miroirs de Fresnel* (fig. 2) ; cette expérience consiste à faire « interférer » deux rayons lumineux, issus de la même source lumineuse et réfléchis sur deux miroirs. Dans l'espace commun à ces deux rayons, on voit apparaître des franges d'interférence, des bandes brillantes et obscures, qui prouvent, sans aucun doute, qu'il y a *quelque chose de périodique* dans la propagation de la lumière.

La polarisation de la lumière est encore plus délicate à faire comprendre (1) : la lumière « naturelle » est parfaitement désordonnée ; la *lumière polarisée* est plus cohérente. Dans cette dernière, le « quelque chose de périodique », auquel nous venons de faire allusion, conserve une direction fixe dans le plan perpendiculaire au rayon lumineux (*polarisation rectiligne*) ; dans d'autres cas, ce « quelque chose », tout en restant dans ce plan, tourne d'un mouvement uniforme : c'est la *polarisation circulaire*, que Fresnel eut la gloire de découvrir, grâce à un appareil devenu classique et appelé *parallélépipède de Fresnel* (fig. 3).

Fresnel édifica la théorie mathématique de la polarisation rectiligne, sous une forme qui reste exacte, encore que le développement ultérieur de la science nous ait contraints à abandonner les hypothèses sur lesquelles il s'étayait ; il s'occupa aussi de la *polarisation rotatoire*, c'est-à-dire de la rotation de la lumière polarisée rectilignement après son passage à travers une certaine épaisseur de quartz ou d'eau sucrée. Ajoutons qu'en commun avec son ami François Arago (1786-1853), il étudia l'interfé-

(1) Une analogie mécanique donne une idée de la différence qui sépare lumière naturelle et lumières polarisées. Dans la *corde à sauter*, le mouvement habituel du milieu de la corde fournit une image de la polarisation circulaire ; si les fillettes agitaient leurs mains de bas en haut et de haut en bas en ligne droite, nous aurions une « polarisation rectiligne » ; enfin, lorsque les mouvements transmis sont tout à fait incohérents, on obtient une représentation de la lumière naturelle.

rence des rayons polarisés et montra, sans aucune erreur possible, que le « quelque chose de périodique » est perpendiculaire à la direction du rayon lumineux.

Fresnel et la relativité

Il n'est pas téméraire d'affirmer que ce savant génial s'intéressa à tous les problèmes essentiels que soulèvent les propriétés de la lumière. C'est lui qui ouvrit le chapitre des *effets optiques du mouvement*, en découvrant ce qu'on nomme aujourd'hui l'« entraînement partiel des ondes », ou *phénomène de Fresnel-Fizeau*.

Voici de quoi il s'agit : une source *S* (fig. 4) émet notamment deux rayons lumineux *A* et *B*, qui, après un trajet compliqué, viennent interférer sur un écran. Le double tube est

rempli d'eau, qu'on peut soit laisser au repos, soit animer d'une grande vitesse (10 mètres par seconde, par exemple). L'expérience est montée de telle sorte que le rayon *A*, à l'aller comme au retour, fuit devant le courant d'eau et qu'inversement le rayon *B*, à l'aller comme au re-

tour, va constamment en sens inverse de ce courant. En étudiant comment se déplacent les franges quand on passe du « cas repos » au « cas mouvement », on peut déterminer dans quelle mesure le mouvement de la matière influe sur la propagation de la lumière.

Le résultat est surprenant ; on n'obtient pas comme vitesse finale de la lumière la somme de la vitesse des ondes et de la vitesse de l'eau : l'entraînement n'est que partiel. Fresnel avait prévu cela, en se servant de l'« hypothèse de l'éther » ; mais, comme le dit justement Paul Langevin, le calcul de Fresnel « ne correspondait à rien de théorique : Fresnel et ses continuateurs se sont épuisés à essayer de préciser les propriétés de l'éther ». Au contraire, la relativité d'Einstein retrouve sans effort, sans hypothèse supplémentaire, cet entraînement de la lumière, grâce à une mécanique plus générale, qui s'applique justement aux cas où l'une des vitesses est de l'ordre de la vitesse de la lumière.

Fresnel fut, ici, un précurseur de la relativité : on ne saurait lui reprocher d'avoir parlé de « l'éther » à une époque où la physique

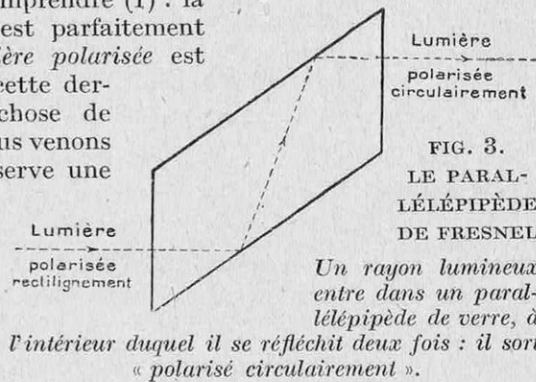


FIG. 3.
LE PARALLÉLÉPIPÈDE
DE FRESNEL

était encore trop peu avancée pour qu'on pût invoquer autre chose à la place. Mais, aujourd'hui, ce n'est plus rendre hommage à Fresnel que de se servir de conceptions auxquelles lui-même ne souscrivait plus : c'est tout simplement se montrer aveugle et sourd aux progrès de la science depuis un siècle.

Émission ou ondulations

Les conceptions qui se sont fait jour sur la nature de la lumière ont notablement varié depuis le début du XVIII^e siècle ; on peut rattacher ces conceptions à cinq grands groupes :

1^o La théorie de l'émission, proposée par Newton, soutenue, jusqu'au XIX^e siècle, par les Français Malus et Laplace, admettait que les corps lumineux envoient à travers l'espace des corpuscules matériels, poussière extraordinairement ténue, qui viendrait affecter notre œil.

2^o La théorie des ondulations est due à Huygens, qui assimilait la lumière au son : elle fut défendue plus particulièrement par Arago, Fresnel, Fizeau et Foucault, en France. Sous la forme qu'elle revêtait au début du siècle dernier, elle faisait appel à un milieu hypothétique, « l'éther », qui n'a pas résisté à la critique scientifique.

3^o La théorie électromagnétique de la lumière est principalement l'œuvre de l'Anglais Maxwell ; grâce à celui-ci, l'optique devint un chapitre de l'électricité. Très satisfaisante pour interpréter la propagation du rayonnement dans l'espace, elle laissait subsister des difficultés importantes en ce qui concerne la production et la disparition de la lumière.

4^o La théorie des quanta, sous la forme que l'Allemand Planck (1901) et le Danois Bohr (1913) lui ont donnée et que je me suis efforcé de résumer récemment (1), est, sur

bien des points, un effort pour compléter les idées de Maxwell, mais de nombreux phénomènes se refusaient à entrer dans son cadre.

5^o Il faut se borner à mentionner que nous assistons, en ce moment, à l'édification d'une nouvelle mécanique ondulatoire, qui reprend des développements mathématiques indiqués, il y a un siècle, par l'Anglais R. Hamilton et relatifs à l'analogie entre le mouvement des corps et la propagation de la lumière : un Français, L. de Broglie, puis un Autrichien, E. Schrödinger, sont les initiateurs de cette synthèse, qui englobera, sans doute, tous les points de vue précédents, y compris les corpuscules de Newton, mais sous une forme plus appropriée aux multiples faits nouveaux.

La lumière n'est pas faite de corpuscules matériels, comme le croyait Newton, et Fresnel eut

raison de combattre cette hypothèse avec énergie ; mais on commence à concevoir, grâce aux travaux des Allemands Stern et Lenz, grâce aussi à ceux de notre compatriote Langevin, dans quelles conditions la lumière peut se transformer en matière et la matière en lumière...

Émission ? Ondulations ? Je crois bien qu'un physicien, au courant des recherches récentes, répondrait : « L'un et l'autre », ce qui aurait fort étonné Fresnel, dont l'immense contribution à la science ne s'en trouve nullement diminuée, puisque nous tendons vers une théorie optique de l'électromagnétisme et de la mécanique. Ce qui prouve aussi que l'Univers ne se laisse pas enfermer dans un dilemme : au savant qui se demandait : « De deux choses l'une », il semble bien que la réalité répondra : « Non, les deux à la fois. »

MARCEL BOLL.

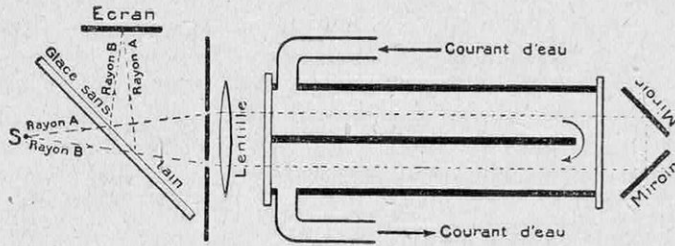


FIG. 4. — L'EFFET FRESNEL-FIZEAU

On réalise un courant d'eau d'environ 10 mètres par seconde. La source lumineuse S émet deux rayons : l'un A, qui, à l'aller comme au retour, se propage dans le même sens que l'eau ; l'autre B, qui se dirige constamment en sens inverse de l'eau. En observant, sur l'écran, les franges d'interférence (fig. 2) produites, on peut étudier quelle est l'influence du mouvement de la matière sur la lumière.

(1) Voir « Les préoccupations scientifiques de l'heure présente », *La Science et la Vie*, décembre 1926, p. 454.



CE QUE LA THERMOÉLECTRICITÉ NOUS PERMET DE RÉALISER, CE QU'ON EN PEUT ATTENDRE

Par Marcel BOLL

PROFESSEUR AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ, DOCTEUR ÈS SCIENCES

Déceler la chaleur émise par une bougie située à 10 kilomètres, tel est le résultat prodigieux que la thermoélectricité a permis de réaliser. On sait qu'un couple thermoélectrique est formé de deux baguettes de métaux différents réunies à leurs extrémités. Si celles-ci sont portées à deux températures différentes, les baguettes sont parcourues par un courant électrique, qui, en traversant un galvanomètre, se manifeste par une déviation de l'aiguille de l'appareil. La sensibilité du couple thermoélectrique, d'une part, celle du galvanomètre, d'autre part, ont permis de réaliser des applications industrielles très intéressantes, que notre éminent collaborateur indique ici après avoir exposé clairement et rapidement la théorie de ce phénomène.

Electrothermique et thermoélectrique

VOICI une des plus curieuses, une des plus étonnantes applications de l'électricité : grâce à la thermoélectricité, on peut apprécier la température d'un four, reconnaître la présence lointaine d'un foyer ou d'un iceberg, utiliser — je préciserai à quelles conditions — l'énergie rayonnante du Soleil.

Mais, avant tout, une distinction est nécessaire. Dans la langue de tous les jours, pour exprimer que deux choses sont identiques, on emploie une expression arabe bien connue ou plusieurs phrases françaises : « chou vert ou vert chou » ; « c'est bonnet blanc, blanc bonnet », etc. Eh bien ! en science, les deux mots *electrothermique* et *thermoélectrique* n'ont rien de commun :

1° Une bouillotte électrique est un appareil electrothermique, car l'énergie du courant électrique fourni par le secteur s'y retrouve sous forme d'énergie calorifique ;

2° Certaines piles sont dites thermoélectriques, parce que la chaleur y est directement transformée en courant électrique ; nous allons voir comment.

Enfin, il faut indiquer que, quand on découvrit l'émission d'électricité par les corps incandescents — émission qui sert de base aux lampes radiophoniques, — on hésita sur le nom à donner à ce nouveau phénomène, qu'on finit par baptiser *thermionique*.

Bref, la thermoélectricité — dans son sens

large : les relations entre la chaleur et l'électricité — comprend à la fois les effets electrothermiques, les phénomènes thermoélectriques (au sens restreint) et les émissions thermioniques. C'est au sens restreint que nous nous limiterons aujourd'hui.

Le plus simple des générateurs d'électricité

La thermoélectricité a été découverte, il y a un peu plus d'un siècle, en 1821, par l'Allemand Jean-Thomas Seebeck (1770-1831).

Deux baguettes de deux métaux différents, un seau à glace et une casserole d'eau bouillante, c'est là, certes, un matériel peu compliqué ; avec ce matériel, nous allons, néanmoins, réaliser des courants électriques relativement intenses.

Le montage est représenté, *en grandeur naturelle*, par notre figure 1 : on choisit, comme métaux, le bismuth et l'antimoine, qui donnent les effets les plus considérables. Les deux baguettes, convenablement courbées, sont réunies à leurs extrémités, où elles sont en parfait contact : les baguettes sont taillées en biseau et fortement ligaturées, ou encore elles peuvent être assemblées par une goutte de soudure, peu importe. L'un des contacts (on dit aussi : l'une des soudures) plonge dans de la glace fondante ; l'autre contact, dans de l'eau (distillée) bouillante. On voit que « la soudure froide » est à 0° C., « la soudure chaude » est à 100° C.

Ceci posé, on constate que le circuit, formé par les métaux, est parcouru par un courant

électrique, autrement dit que les électrons y prennent un mouvement d'ensemble (1). Pour mettre ce courant en évidence, il convient de se rappeler (2) que les électrons « qui tournent en rond » exercent des actions magnétiques : dans ce but (fig. 2), nous disposerons notre appareil dans la direction Nord-Sud et nous amènerons une petite boussole, qui, s'il ne passait pas de courant, resterait dans la position indiquée par la figure, l'une des pointes de l'aiguille dirigée vers le nord, l'autre, vers le sud. Eh bien ! en approchant la boussole, on constate que la pointe nord tourne dans le sens de la

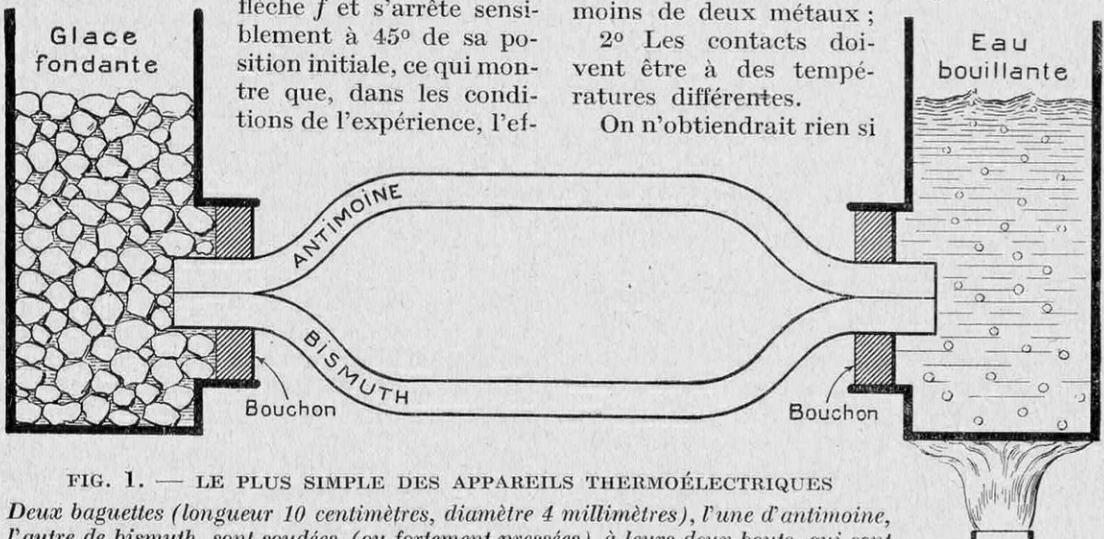


FIG. 1. — LE PLUS SIMPLE DES APPAREILS THERMOÉLECTRIQUES

Deux baguettes (longueur 10 centimètres, diamètre 4 millimètres), l'une d'antimoine, l'autre de bismuth, sont soudées (ou fortement pressées) à leurs deux bouts, qui sont maintenus respectivement aux températures centésimales de 0° et 100° (suite fig. 2).

fet magnétique de notre appareil est du même ordre de grandeur que celui de la Terre. On en conclut que le courant ainsi produit est, environ, un ampère : c'est précisément le courant qui fait briller une lampe monowatt de 100 bougies et, si nos baguettes de métal ne s'échauffent pas beaucoup, cela tient à ce que leur diamètre (4 millimètres) est relativement grand.

Les courants thermoélectriques ont été récemment proposés pour porter à l'incandescence le filament des lampes de T_p. S. F. ; on supprime ainsi les accumulateurs et on les remplace par une lampe qui chauffe une série de soudures ; malheureusement, l'appareil est relativement coûteux.

(1) La nature du courant électrique a été expliquée dans l'article « Qu'est-ce que l'électricité ? Qu'est-ce que le magnétisme ? » *La Science et la Vie*, avril 1927, page 294.

Il suffit de savoir que les électrons sont des parcelles minuscules chargées négativement, qui, dans un métal, sautent d'un atome à l'autre.

(2) Même article, page 295,

Deux mots de théorie fort simple

Cette transformation directe de la chaleur en énergie électrique est tout à fait générale : les résultats seraient sensiblement les mêmes si on remplaçait l'antimoine par le fer et le bismuth par le cuivre ; ou encore si, au lieu d'antimoine, on prenait du cuivre et si on employait de l'aluminium à la place de bismuth.

Mais, dans tous les cas, il est indispensable de satisfaire à la double condition suivante :

1° Le circuit doit être hétérogène, formé au moins de deux métaux ;

2° Les contacts doivent être à des températures différentes.

On n'obtiendrait rien si

le circuit était homogène (tout en cuivre, ou encore tout en bismuth) ; on n'obtiendrait rien, non plus, si les portions chauffées inégalement n'étaient pas les soudures.

Ces phénomènes thermoélectriques s'expliquent naturellement par les électrons ; mais il nous faut renoncer à donner une idée de cette théorie sans le secours des mathématiques supérieures. Bornons-nous à mentionner qu'on s'appuie sur ce double fait :

1° Deux métaux différents ne renferment pas le même nombre d'électrons (mobiles) dans le même volume ;

2° L'agitation des électrons augmente, lorsque la température croît.

Il suffit de soumettre ces deux principes au calcul pour retrouver les lois de la thermoélectricité et, plus spécialement, les détails de l'expérience dont nous venons de parler (fig. 1 et 2).

La mesure des températures élevées

Dès qu'on a bien compris un phénomène,

c'est un jeu de passer en revue les applications qu'on en a faites.

Le problème de la mesure des hautes températures a reçu, de la thermoélectricité, deux solutions, qui continuent, l'une et l'autre, à être employées concurremment : le couple thermoélectrique et la pile thermoélectrique.

Couple thermoélectrique. — Dans cet appareil (fig. 3), la soudure chaude est directement introduite dans le four et tout le reste du circuit est à la température ambiante. Pour atteindre (sans fusion ni combustion) des températures de 1.500° ou 1.600°, on utilise le couple formé par du platine pur, d'une part, et, d'autre part, par un alliage (dit « platine rhodié ») platine (90 %) - rhodium (10 %) ; ces fils sont montés sur une canne en nickel, avec manche de bois et isolants en terre réfractaire. La boussole de la figure 2 est remplacée par un galvanomètre industriel (fig. 3), à lecture directe et sur lequel, grâce à un étalonnage préalable, on peut lire immédiatement la température centésimale du four où la soudure chaude est plongée ; il n'y a, d'ailleurs, aucun inconvénient à ce que tout le reste du circuit soit en cuivre, puisque tout le cuivre, le contact cuivre-platine et le contact cuivre-platine rhodié sont à la température de la pièce.

Pile thermoélectrique. — La seconde solution présente l'avantage qu'aucune partie de l'appareil ne se trouve dans le four, d'où une notable simplification et l'emploi de métaux moins rares : le fer et le constantan (alliage à poids égaux de nickel et de cuivre) forment un ensemble tout à fait satisfaisant.

L'appareil se compose (fig. 4) d'un miroir concave (en verre doré) et on le braque sur une ouverture du four qu'on veut étudier : l'image se forme sur un disque métallique *D*

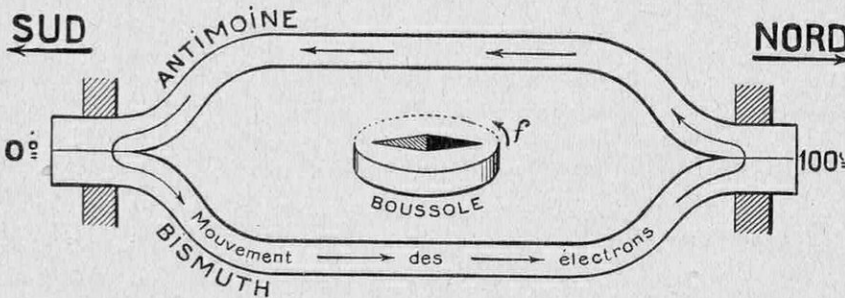


FIG. 2. — LE PLUS SIMPLE DES APPAREILS THERMOÉLECTRIQUES (SUITE)
 Il se produit un flux d'électrons (correspondant ici à un courant d'environ 1 ampère). Une boussole, amenée entre les deux baguettes métalliques, tourne de 45 degrés dans le sens de la flèche *f*.

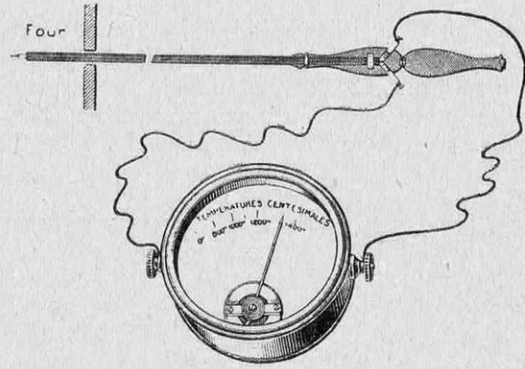


FIG. 3. — COUPLE THERMOÉLECTRIQUE

Les fils sont en platine et en platine rhodié ; l'une des soldures est engagée dans le four. Il se produit un courant qui dévie le galvanomètre, lequel est directement gradué en degrés centésimaux.

noirci ; la seule précaution à prendre, c'est que l'image déborde le disque, ce dont on s'assure au moyen du viseur (1). De même qu'une loupe, au soleil, peut enflammer un morceau de papier noir, de même l'énergie rayonnante émise par le four échauffera le disque *D*, tout contre lequel se trouve une soudure fer-constantan, comme le montre la coupe (fig. 4). Cette pile thermoélectrique communique avec les deux bornes d'un galvanomètre industriel analogue au précédent (fig. 3) et on lit directement la température sur un cadran.

On comprend aussi que cet appareil puisse être dirigé vers le Soleil et qu'on soit ainsi en mesure d'en calculer très exactement la température, qui a été trouvée égale à 5.700° centésimaux.

Ajoutons que la pile thermoélectrique permet d'étudier quantitativement les sources d'énergie rayonnante, lorsque leurs radiations constitutives ont été séparées les unes des autres par un prisme (ou par un autre appareil dispersif) ; dans ces recherches, la

pile thermoélectrique présente sur l'œil deux avantages :

- 1° Elle fournit des renseignements numériques (et non plus une description approximative) ;
- 2° Elle n'est pas seulement sensible

(1) Dans le cas où l'image serait trop petite, il suffirait de rapprocher l'appareil du four.

à la lumière, mais aux rayons infrarouges, aux radiations ultraviolettes et, en général, à toutes les modalités de l'énergie rayonnante, pour l'immense majorité desquelles l'œil humain est complètement aveugle.

Ultime sensibilité des appareils thermoélectriques

La pile thermoélectrique peut être rendue extrêmement sensible pour un grand nombre de raisons :

1° Le galvanomètre auquel on l'associe parvient à déceler des courants un milliard de fois

plus faibles que celui qui passe dans l'appareil rudimentaire de notre figure 2 ;

2° Il est possible de mettre en série 10 ou 20 piles identiques très fines, dont les effets s'ajoutent (fig. 5) ;

3° Enfin, on peut encore tripler la sensibilité en disposant l'appareil dans le vide.

Le résultat le plus précis auquel on parvient déjoue les fantaisies de l'imagination : lorsqu'on dirige l'appareil recouvert d'un écran vers une bougie située à dix kilomètres et qu'on démasque l'écran, l'appareil dévie d'un millimètre (1) ; à ce moment, la température des soudures chaudes n'est que d'un millionième de degré supérieure à celle des soudures froides.

Dans l'expérience qui précède, si l'une des soudures s'échauffe, c'est qu'elle reçoit plus de chaleur que l'autre soudure, de la part des objets qui les entourent l'une et l'autre. Mais, si on présente, devant les soudures non protégées de la pile (fig. 5),

(1) On doublerait encore la sensibilité en recevant alternativement (fig. 5) le rayonnement sur l'une et l'autre série de soudures.

un bloc de glace, ces soudures non protégées rayonneront plus d'énergie que les autres et elles se refroidiront : il semble

bien que les piles thermoélectriques soient appelées à rendre de grands services pour déceler les icebergs et les banquises contre lesquels les paquebots risquent de se briser ; en particulier, ces appareils fonctionnent aussi bien la nuit que le jour et, dans les régions dangereuses, une marche prudente en s'aidant de ce « détecteur »

thermoélectrique permettra, sans doute, d'éviter des désastres.

Et maintenant faisons un rêve !

La mode est à l'exploitation rationnelle des colonies. Les ingénieurs Paul Bouchérot et Georges Claude ont proposé d'utiliser la différence de température qui existe entre la surface des mers tropicales et leur fond, en faisant fonctionner une machine à vapeur d'eau raréfiée. Je me contenterai de préconiser l'emploi de la différence de température qui, au voisinage de l'équateur, se maintient entre « le soleil » et « l'ombre », en installant une pile thermoélectrique. Comme dans le projet Bouchérot-Claude, l'énergie ne coûte rien ; le seul point noir réside dans les capitaux que nécessitent les frais de premier établissement.

Etant donné que les phénomènes thermoélectriques sont petits, nos buts seront modestes ; nous chercherons seulement à mettre à profit la chaleur solaire pendant le jour pour charger un accumula-

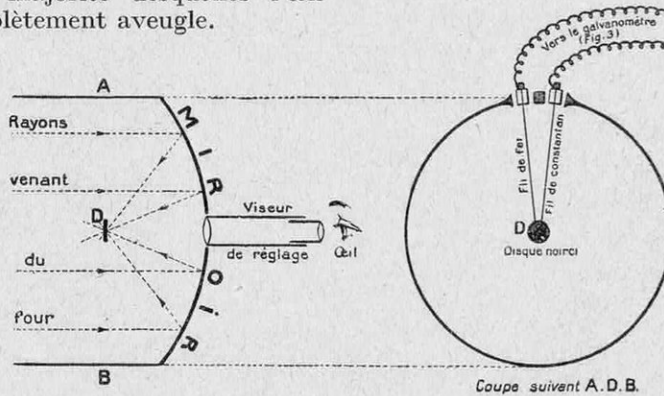


FIG. 4. — TÉLESCOPE PYROMÉTRIQUE

La pile thermoélectrique (fer constantan) est soudée au disque métallique D noirci ; on reçoit, sur ce disque, les rayons émanés d'un four. La soudure s'échauffe, il passe un courant et on lit la température sur un galvanomètre analogue à celui de la figure 3.

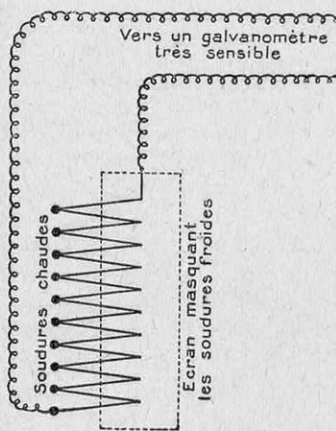


FIG. 5. - UNE PILE THERMOÉLECTRIQUE TRÈS SENSIBLE

Ce sont, disposées en série, dix piles (bismuth-antimoine) analogues à celle de la figure 1. Certaines soudures (dites chaudes) sont découvertes ; les autres (dites froides) sont protégées par un écran opaque. Cet appareil peut servir à déceler les icebergs sur mer, mais, alors, les soudures (dites chaudes) deviennent évidemment plus froides que les soudures (dites froides).

teur, qui nous servira à l'éclairage de nuit (fig. 7). Pour cela, nous utiliserons toute une série de piles du genre de celle qui a été représentée en vraie grandeur (fig. 1), et nous les placerons comme il est indiqué à la figure 6, les soudures chaudes (noircies) ABC étant exposées directement aux rayons solaires et les soudures froides ZYXV, enfouies dans le sol (au besoin dans une couche de ciment): les longueurs, telles que ZA, sont de 10 centimètres.

Il s'agit d'obtenir un appareil de mêmes caractéristiques qu'un accumulateur au plomb et permettant de le recharger: notre figure 7 résume les résultats du calcul. L'ensemble couvrira un rectangle de 60 mètres sur 6 mètres, soit 360 mètres carrés; en supposant une différence de température moyenne de 10° entre les soudures chaudes et froides (fig. 6) — il serait imprudent d'espérer plus, à cause de la conduction calorifique des baguettes métalliques — il faudra avoir recours à 2.000 piles bismuth-antimoine en

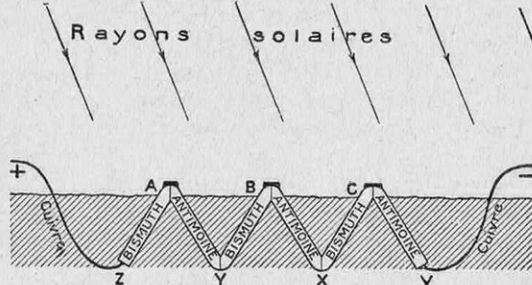


FIG. 6. — UNE USINE ÉLECTRIQUE A INSTALLER AUX COLONIES

Des baguettes métalliques analogues à celles de la figure 1 comprennent des soudures chaudes ABC, noircies et exposées au soleil; les soudures froides sont enfouies dans le sol. On peut compter sur une différence de température de 10° (suite fig. 7).

muth; les 4 tonnes d'antimoine ne coûteraient guère que 50.000 francs, mais les 5 tonnes et demie de bismuth reviendraient à 1.450.000 francs. Soit un million et demi rien que pour l'achat des métaux nécessaires: c'est un peu cher pour avoir le droit de s'éclairer gratuitement. Il est vrai que le projet Boucherot-Claude, calculé au plus juste, revient encore mille fois plus cher.

Comme on le voit, nous ne sommes pas prêts à transformer le Sahara en terrains d'applications thermoélectriques. J'estime cependant que notre rêve n'aura pas été inutile, en

concrétant les obstacles qui s'opposent aux réalisations les plus simples; et je souhaite que celui de Boucherot et de Claude se heurte à des difficultés de réalisation plus aisées à surmonter.

MARCEL BOLI

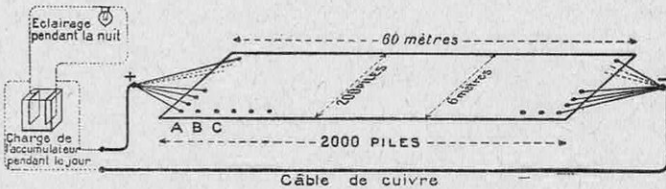


FIG. 7. — L'USINE AUX COLONIES (SUITE)

En couvrant de piles thermoélectriques une surface de 60 mètres sur 6 mètres (soit 440.000 piles), on arriverait à charger un accumulateur qui permettrait l'éclairage de nuit. Cette énergie ne coûterait absolument rien; malheureusement, les frais d'installation s'élèveraient à plus d'un million et demi de francs.

série et, pour que l'appareil ne s'échauffe pas trop, pour qu'il n'absorbe pas ainsi une notable fraction de la puissance produite, on montera 220 parallèles de 2.000 piles en série. Ceci représente 440.000 baguettes d'antimoine et autant de baguettes de bis-



LE CENTENAIRE DE L'INVENTION DE LA TURBINE HYDRAULIQUE RADIALE PAR FOURNEYRON

Par Marcel BOLL

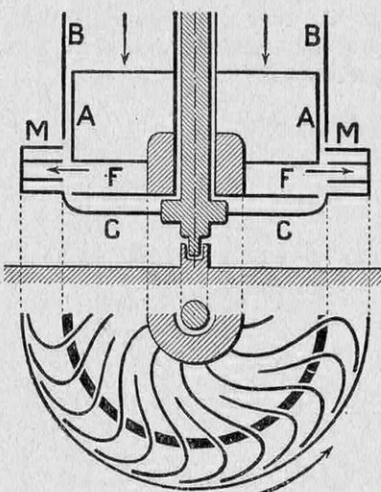
DOCTEUR ÈS SCIENCES

L'ANNÉE 1927 est vraiment l'année des centenaires des découvertes scientifiques et des grandes dates de la science.

Il y a juste un siècle que fut proposé le premier modèle pratique de turbine hydraulique par Fourneyron et, aussi, que fut pris le premier brevet de turbine à vapeur par Réal et Pichon.

Benoît Fourneyron naquit à Saint-Étienne, le 1^{er} novembre 1802, dans une famille qui avait le respect et la tradition de la science. Il entra à l'École des Mines de sa ville natale, d'où il sortit le premier de la première promotion. Puis il entra à l'exploitation minière du Creusot et, en 1821, il collabora à l'étude et au tracé du premier chemin de fer français (entre Saint-Étienne et Andrézieux). C'est dans le Doubs qu'il eut l'idée de sa turbine et qu'il rendit pratique le frein de Prony, avec lequel il mesura la puissance de la nouvelle machine. Après quatre ans de recherches et d'expériences, il réussit, en avril 1827, à faire marcher une turbine d'essai d'une puissance de six chevaux sous une chute de 1 m 40. En 1835, il réussit à équiper, dans la Forêt-Noire, deux chutes d'eau de plus de 100 mètres chacune. Vers 1843, on pouvait citer 129 usines créées ou agrandies d'après ses calculs et sur ses plans, et ces usines se trouvaient non seule-

ment en France, mais en Europe Centrale, en Italie, en Russie et même au Mexique. Fourneyron mourut à Paris; en 1867.



Les roues hydrauliques étaient connues dès le 11^e siècle avant notre ère, mais elles étaient encombrantes, massives, de mauvais rendement; de plus, elles n'utilisaient que des chutes de faible hauteur et cessaient de fonctionner quand elles étaient recouvertes d'eau. Aujourd'hui, nous distinguons : les turbines à réaction et les turbines à impulsion; les unes et les autres peuvent être radiales (Fourneyron) ou axiales (Fontaine), suivant que l'eau agit suivant les rayons ou parallèlement à l'axe.

Notre figure représente, en coupe verticale et en coupe horizontale, la turbine de Fourneyron : l'axe est vertical, l'eau arrive à la partie supérieure par un vannage AB et elle chemine de l'intérieur vers l'extérieur; un tube isole l'arbre et est fixé au fond plat F qui porte les directrices; la cuvette C est solidaire de l'arbre, ainsi que la couronne mobile M, cloisonnée, qui porte les aubes motrices.

Retenons le nom de Fourneyron, l'un des précurseurs de l'utilisation des forces hydrauliques, de la « houille blanche », qui économise le charbon et permet le travail dans des conditions plus salubres et plus pittoresques.

MARCEL BOLL.

TURBINE DE FOURNEYRON

LES AMÉRICAINS NOUS DEVANCENT-ILS EN MATIÈRE D'ÉQUIPEMENT HYDROÉLECTRIQUE ?

Conversation avec M. MARLIO, président de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques françaises

Rapportée par Pierre CHANLAINE

Dès son retour de voyage d'études en Amérique, M. Marlio, l'éminent président de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques françaises, a bien voulu exposer, pour les lecteurs de LA SCIENCE ET LA VIE, ses impressions rapportées des États-Unis et du Canada. Nul n'ignore le gros effort effectué par les Américains pour capter l'énergie hydraulique qui abonde dans différentes régions de leur vaste pays. M. Marlio montre donc ici quelles sont les conceptions américaines pour l'aménagement des formidables chutes du nouveau continent et pour l'équipement des usines productrices d'énergie électrique. Les puissances considérables mises en jeu et le régime des eaux ont obligé les ingénieurs américains à résoudre des problèmes différents de ceux que les ingénieurs rencontrent en France. Les solutions qu'ils ont adoptées mettent en valeur leur esprit d'initiative, leur remarquable activité, la puissance de leurs moyens d'exécution et souvent l'élégance des méthodes appliquées.

Les conditions particulières d'équipement des chutes d'eau en Amérique

J'AI vu en Amérique, nous dit M. Marlio, des choses extrêmement intéressantes, mais il faut bien être persuadé de l'influence relativement faible que peuvent avoir les méthodes américaines sur nos conceptions, à nous Français, en matière hydroélectrique.

C'est qu'en effet les conditions d'équipement des chutes d'eau, là-bas et chez nous, sont radicalement différentes.

Aux États-Unis, nous nous trouvons en présence de la plus grande puissance hydroélectrique installée du monde. Actuellement sept ou huit millions de kilowatts. Le prix d'équipement des chutes est plus élevé que chez nous et, par conséquent, le prix du kilowatt-heure. Aussi, l'usage du courant électrique, tout en étant extrêmement développé, est limité aux usages qui permettent de payer ce prix élevé. C'est pourquoi on n'équipe plus actuellement de chutes pour des usages électrométallurgiques et électrochimiques, ni comme force motrice pour les transports. De plus en plus, ces industries, grosses mangeuses de kilowatts, émigrent vers le Canada, où restent à équiper

d'immenses chutes très avantageuses, et où les usages domestiques ne viennent pas disputer les kilowatts aux industries.

Pourquoi le prix de l'énergie est si élevé en Amérique

L'industrie hydroélectrique américaine tend à équiper des chutes de plus en plus importantes et de plus en plus régulières. Aussi, les capitaux nécessaires à l'équipement sont-ils énormes, et leur rémunération exige-t-elle une installation aussi parfaite que possible des kilowatts pendant toute la journée et toute la nuit.

En France, nous n'avons pas à choisir. Nos chutes, suivant les régions, donnent, pendant une saison, un débit considérable ; pendant une autre, presque rien, et nous devons les accepter telles quelles.

Les Américains avaient à leur portée des ressources hydrauliques considérables. Ils pouvaient choisir et, parmi toutes leurs chutes, ils ont donné la préférence à celles dont le débit était régulier.

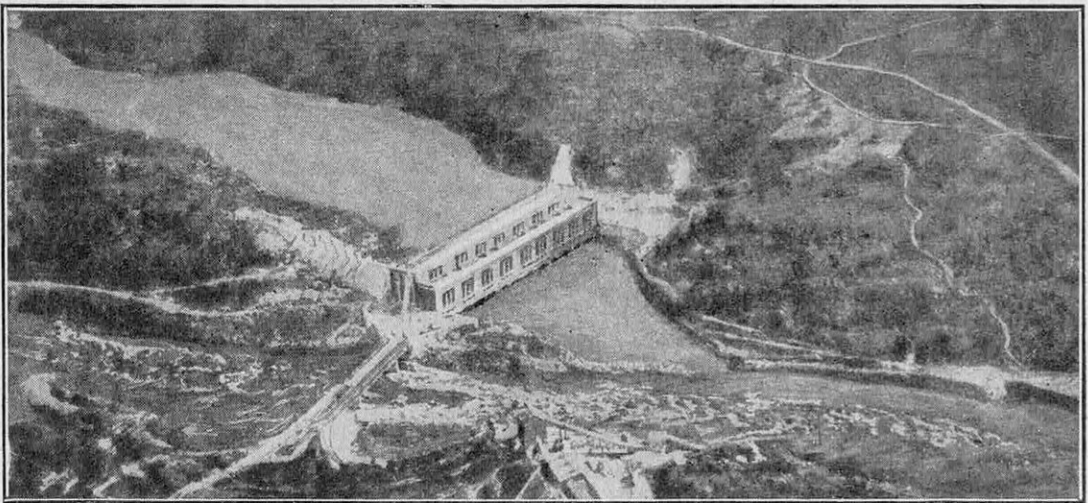
Mais, actuellement, sauf certaines chutes perdues dans les Montagnes Rocheuses, il en reste assez peu d'importantes à équiper dans d'aussi bonnes conditions, et, aujourd'hui, on peut compter que le prix de

revient minimum d'installation est de 20 dollars par cheval-an. Ce prix considérable est dû, en partie, au prix très élevé de la main-d'œuvre, et c'est là une autre cause de la tendance des industries américaines à émigrer vers le Canada. La main-d'œuvre y est d'un tiers moins coûteuse (33 cents au lieu de 55 cents l'heure). D'autre part, comme je vous l'ai dit, il reste dans ce pays des chutes admirables à équiper.

La grande puissance et la régularité des chutes d'eau américaines sont des facteurs favorables

Ces chutes sont d'abord extrêmement puissantes, puisque certaines d'entre elles attei-

nium et celle de la pâte à papier, aient pu prendre un développement considérable au Canada. D'autre part, étant donné la proximité relative des grandes chutes du Canada et des États-Unis et la possibilité actuelle du transport d'énergie sous des tensions atteignant 200.000 volts, il n'est pas impossible que, dans l'avenir, l'énergie du Nord soit transportée aux États-Unis. La chose serait d'autant plus intéressante que, comme je l'ai rappelé tout à l'heure, le prix du cheval-an s'établit, aux États-Unis, aux environs de 20 dollars, alors que le prix de revient des grandes chutes du Canada, qu'on est en train d'équiper, est de l'ordre d'une dizaine de dollars seulement.



VUE GÉNÉRALE DE L'USINE DE L'ÎLE MALIGNE AU CANADA

Cette usine est la plus puissante centrale hydroélectrique du monde : elle est, en effet, construite pour produire 540.000 C. V., dont 360.000 sont déjà équipés.

gnent un million de chevaux, mais, surtout, elles sont régulières, et cette régularité s'explique de la façon suivante :

D'abord, de très abondantes précipitations atmosphériques, sous forme de pluie ou de neige, puis d'immenses forêts et des lacs, qui emmagasinent l'eau et la rendent d'une façon régulière ; dans toute la région comprise entre la baie d'Hudson et le parallèle de New-York, c'est la région des grands lacs : lac Supérieur, lacs Michigan, Huron, Erié, etc. ; au nord de Québec, ce sont, au contraire, des centaines de petits lacs en chapelets, et les uns et les autres remplissent admirablement leur office de régulateurs.

On comprendra que, grâce au prix de la main-d'œuvre et aux éléments techniques favorables que je viens de souligner, certaines industries, comme celle de l'alumi-

L'emploi de fortes unités génératrices de courant améliore le rendement des usines

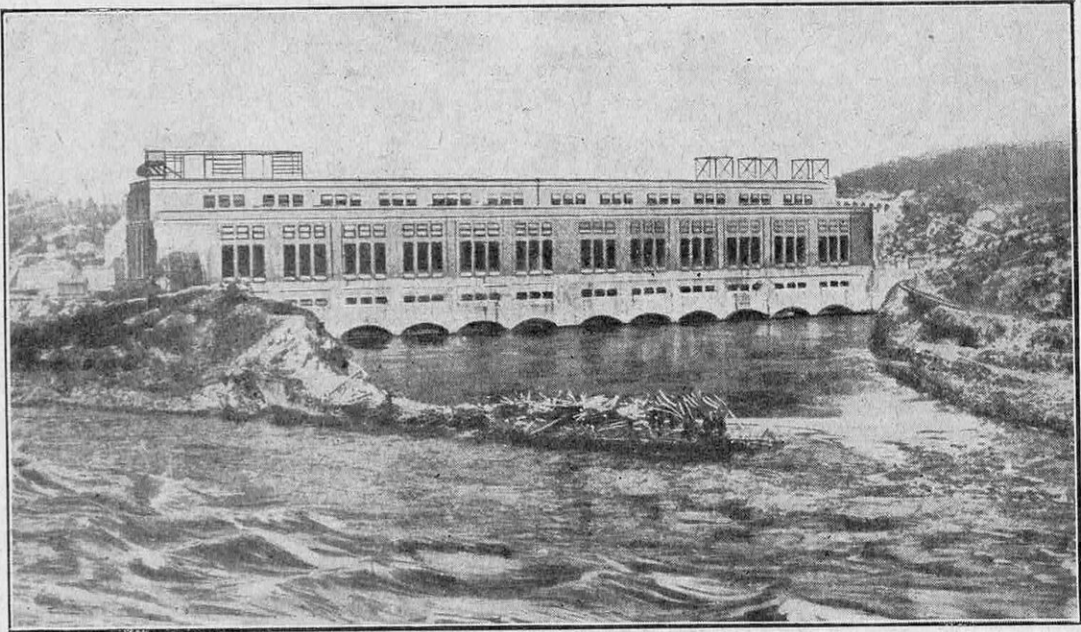
Une autre tendance de l'industrie hydroélectrique aux États-Unis et au Canada est d'employer des unités de turbo-alternateurs de plus en plus puissantes. Pour équiper une chute de 500.000 C. V., par exemple, des groupes de 30.000, 70.000, voire même 90.000 C. V. sont installés, alors qu'en France les unités de 6.000 C. V. sont déjà considérées comme très puissantes.

Cet emploi intensif des grandes unités a l'avantage de donner un rendement de l'ordre de 93 %, alors qu'avec nos petites usines équipées de faibles groupes, le rendement n'est jamais supérieur à 85 % et reste souvent inférieur. Mais c'est là une

chose inévitable. En effet, pour avoir des unités puissantes, il faut d'abord avoir des chutes importantes et, comparativement à l'Amérique, nous n'en avons pas. Il faut ensuite avoir des chutes régulières, de façon à pouvoir utiliser à plein un nombre entier d'unités. Si nous voulions augmenter considérablement la puissance de nos turbines, nous serions obligés, pendant la période où le débit des chutes augmente ou diminue, d'utiliser au moins l'une de celles-ci au quart ou à la moitié de sa charge et le rendement serait déplorable.

à -35° qui sont courantes, on est obligé de chauffer l'eau nécessaire à la mise en œuvre du béton, pour empêcher qu'elle ne gèle. Si on n'avait pas trouvé le moyen de surmonter les mille difficultés qui proviennent des éléments, ce n'est pas deux ans qu'il faudrait pour équiper une telle chute, mais au moins quatre ou cinq ans. Pendant ce temps, les intérêts intercalaires, qui continueraient à courir et qui portent sur des capitaux énormes, paralyseraient l'affaire à ses débuts.

Le deuxième problème consiste à chercher



VUE AVAL DE LA CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE DE L'ÎLE MALIGNE

Les Américains ont usé, pour leurs chutes d'eau, de procédés spéciaux de construction

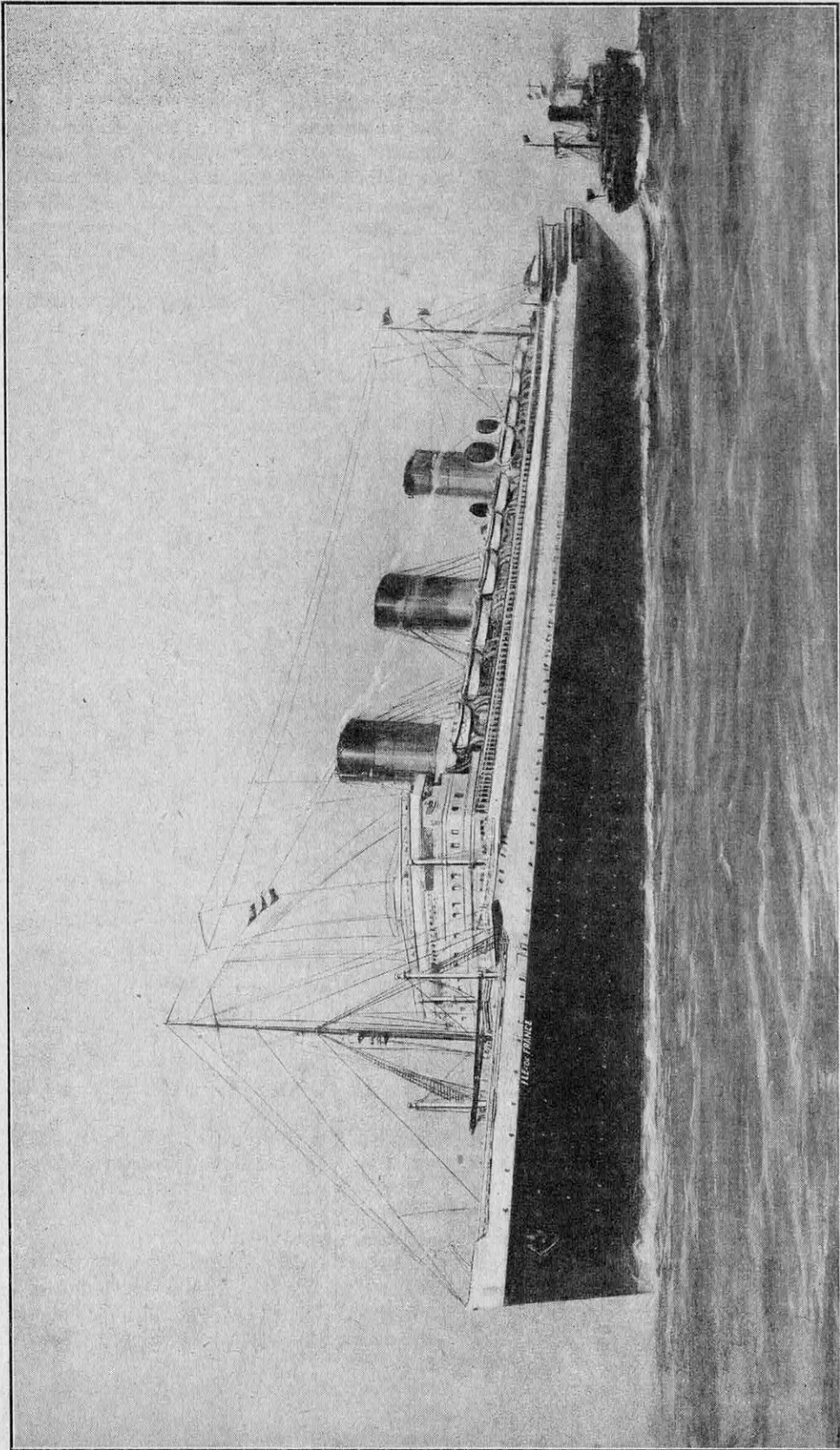
Les chutes d'eau d'une puissance telle que celle à laquelle je viens de faire allusion, nécessitent des capitaux formidables, et, comme il faut presque toujours édifier la totalité des ouvrages avant de commencer à exploiter, deux problèmes se posent :

D'abord, aller vite, d'où la nécessité d'avoir recours à des procédés de construction rapides. La chute de l'île Maligne, par exemple, qui est une des mieux équipées du Canada, a été aménagée en moins de deux ans. Or, notez bien que l'équipement des chutes est plus difficile là-bas que chez nous, à cause du froid qui sévit pendant de longs mois et gèle les matériaux. Pour travailler, malgré les températures de -30°

ce qu'on fera de l'énergie produite. Au prix où celle-ci sort des alternateurs, on ne peut envisager pour elle de laissés pour compte.

En résumé, nous pouvons dire que ce problème hydroélectrique, aux États-Unis et au Canada, diffère de celui qui nous intéresse, d'abord par les puissances formidables mises en jeu et, ensuite, par le régime des eaux. Les ingénieurs américains ont eu à faire face à des problèmes que les nôtres n'ont pas à résoudre, et je dois dire mon admiration pour la façon dont ces problèmes ont été traités. Soyez convaincu, néanmoins, que les ingénieurs français sont capables de faire aussi bien dans leur sphère, mais il faudrait pour cela que nous puissions reprendre l'équipement de nos chutes. Actuellement, nous en sommes à peu près empêchés par les troubles monétaires que nous subissons,

PIERRE CHANLAINE.



ASPECT GÉNÉRAL DU PAQUEBOT « ILE-DE-FRANCE » QUI VIENT D'ÊTRE INAUGURÉ TOUT DERNIÈREMENT. NOS LECTEURS TROUVERONT, EXPLIQUÉS DANS CET ARTICLE, LES TRAVAUX D'AMÉNAGEMENT QUI SONT EFFECTUÉS ENTRE LE LANCEMENT ET L'INAUGURATION D'UN GRAND PAQUEBOT MODERNE. CES TRAVAUX ONT NÉCESSITÉ PLUS D'UNE ANNÉE

L'AMÉNAGEMENT D'UN PAQUEBOT MODERNE ENTRE SON LANCEMENT ET SON INAUGURATION

Par Henri LE MASSON

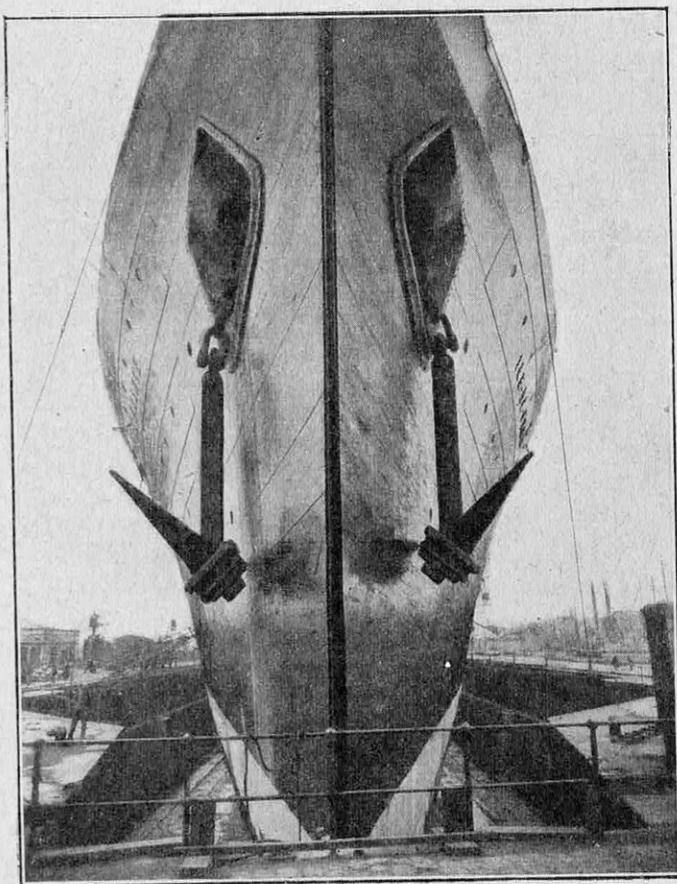
Le 14 mars 1926, le plus grand paquebot français, l'Ile-de-France, fut lancé à Saint-Nazaire (1). Il vient d'être inauguré le 16 juin dernier. Plus d'une année de travaux a donc été nécessaire pour parachever cette œuvre gigantesque que représente un paquebot moderne de 43.500 tonneaux. En effet, au moment de son lancement, un navire n'est, en somme, qu'une coque vide. Nous montrons, ici, comment, par la suite, s'effectuent les multiples opérations d'aménagement, tant au point de vue des organes mécaniques que du confort des passagers, dont chaque nouvelle unité de la flotte transatlantique consacre les plus récents progrès.

En quoi consiste la machinerie de l'Ile-de-France

L'Ile-de-France, une fois lancée, a été conduite au bassin d'achèvement à flot, pour recevoir, tout d'abord, les chaudières et les appareils moteurs. Ceux-ci occupent un espace relativement considérable : 120 mètres de long et toute la largeur du bâtiment. La puissance nécessaire — 52.000 C.V. en service — est fournie par 20 chaudières : 12 à double façade (8 foyers) et 8 à simple façade (4 foyers) du système Proudon-Capus. Ces chaudières, dites à « circulation

accélérée », connaissent une certaine faveur depuis la guerre et sont une tentative heu-

(1) Voir le n° 107, mai 1926, de *La Science et la Vie*.

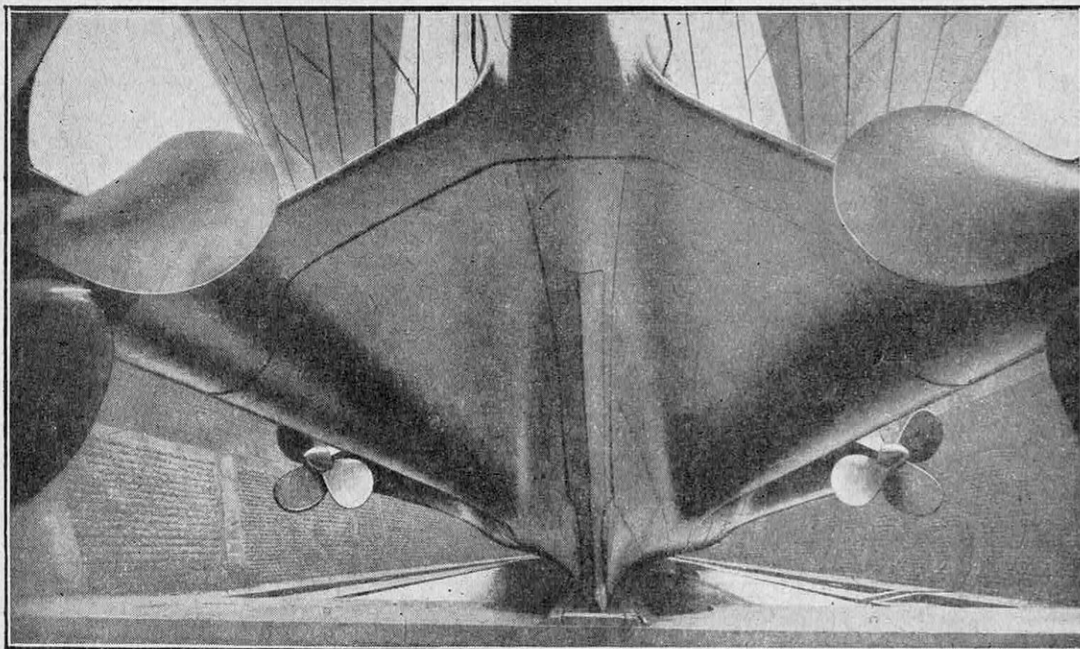


L'ÉTRAVE DE L' « ILE-DE-FRANCE »

Cette vue permet de se représenter les proportions imposantes des paquebots géants d'aujourd'hui : le pont des embarcations est à 30 m 50 au-dessus de la quille : une fois et demie la hauteur d'un grand immeuble parisien. La profondeur du bassin de radoub, qui atteint 10 mètres, donne, d'ailleurs, l'échelle.

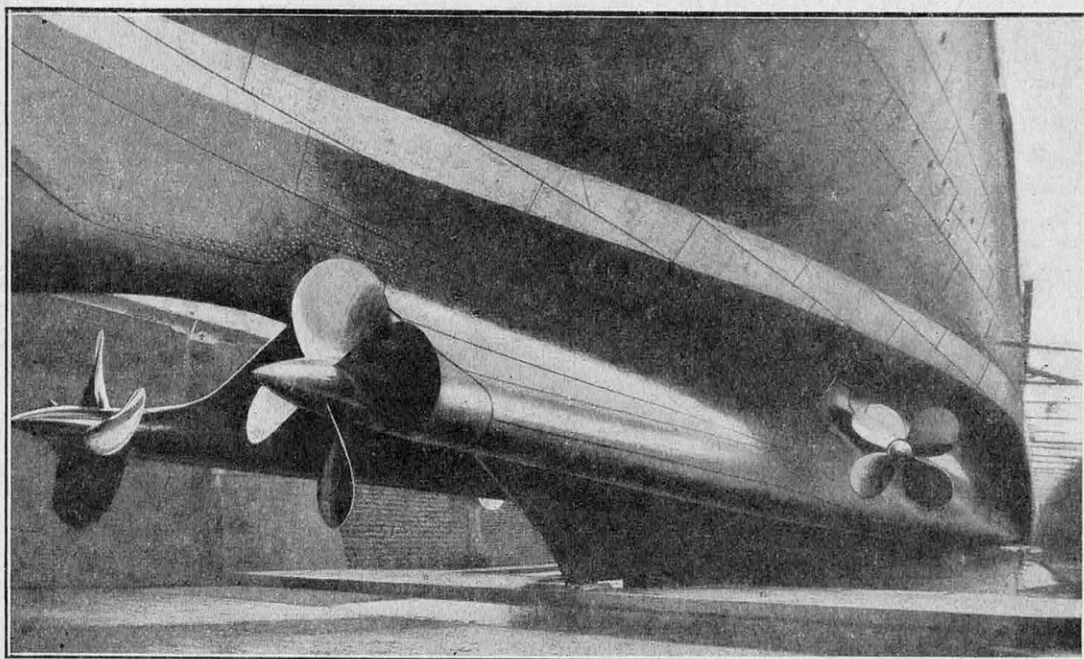
reuse pour combiner les avantages de la robuste et simple chaudière cylindrique, presque universellement adoptée et conservée dans les diverses marines marchandes, et les avantages des chaudières à tubes d'eau, qui permettent des vaporisations plus intenses, plus rapides, mais qui sont plus délicates, plus fragiles, et avaient été utilisées surtout, jusqu'ici, dans la marine de guerre. L'Ile-de-France chauffe au mazout : 7.500 tonnes en sont embarquées dans les soutes et suffisent pour la traversée Le Havre-New-York et retour.

L'installation des turbines est semblable à celle du paquebot *Paris*, dont l'Ile-de-France est un perfectionnement. Elles appar-



VUE ARRIÈRE DE L' « ILE-DE-FRANCE » MONTRANT LES HÉLICES

On aperçoit les quatre hélices, dont deux pèsent 8 tonnes et demie chacune et les deux autres 9 tonnes. On remarquera la finesse des lignes de l'Ile-de-France, malgré que l'on ait pu dire de la coque de ce paquebot, comme beaucoup de coques de bâtiments modernes, qu'elle n'était, sur les deux tiers de sa longueur, qu'un vulgaire coffre aux lignes très droites, à la section parfaitement rectangulaire, aux deux extrémités duquel on a fixé un avant et un arrière.

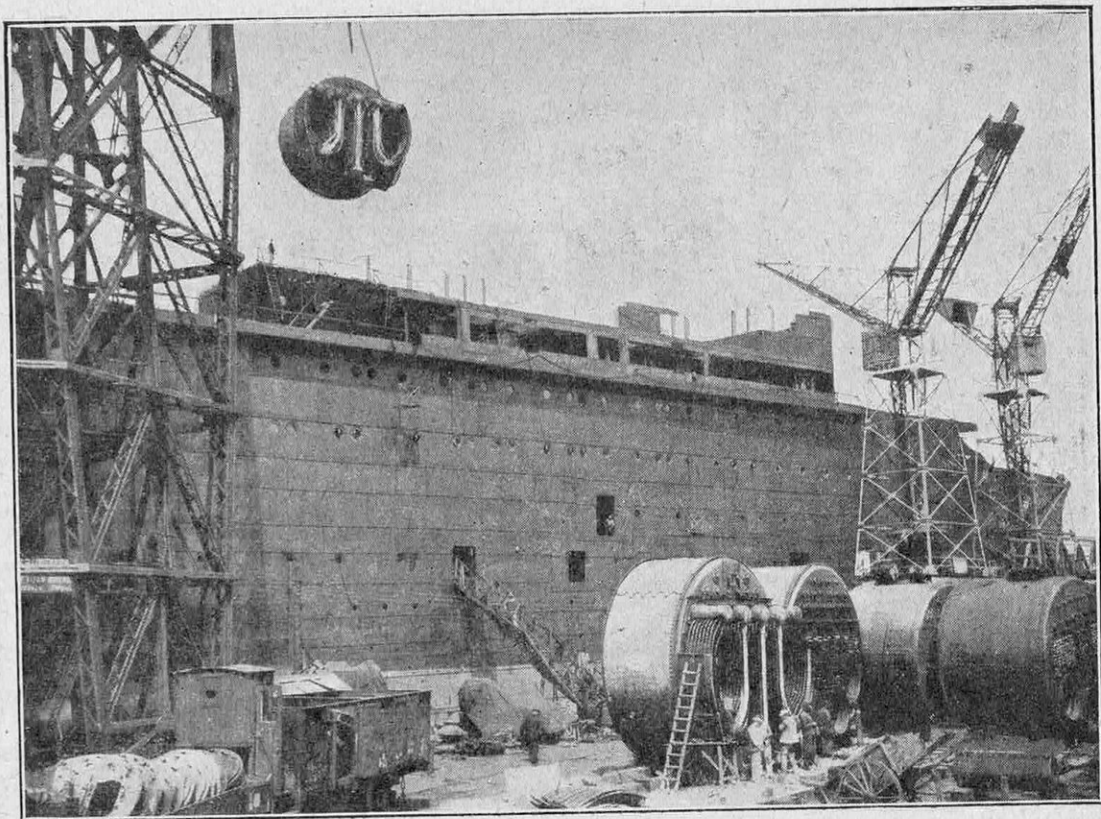


LE PASSAGE DU PAQUEBOT AU BASSIN DE RADOUB

Avant les essais, le nouveau paquebot passe au bassin — pendant une quinzaine de jours environ — pour recevoir ses hélices. On procède, en même temps, à la peinture de la carène, on vérifie les tirants d'eau, l'étanchéité du gouvernail, les gaïacs des coussinets des arbres d'hélice, les quilles de roulis ; on installe les prises et sorties d'eau qui manquent.

tiennent au type Parsons et sont disposées dans un seul compartiment qui occupe toute la largeur du paquebot et non pas dans trois chambres de machines séparées, comme sur les précédents grands paquebots de la Compagnie Générale Transatlantique : il existe, pour la marche avant, 4 turbines, fonctionnant en « triple cascade » — haute,

condenseur) ayant un débit total de 14.000 mètres cubes à l'heure ; 5 pompes alimentaires, d'un débit total horaire de 700 tonnes ; diverses autres pompes ; les réchauffeurs d'eau d'alimentation ; les bouilleurs auxiliaires ; les condenseurs auxiliaires et, enfin, la centrale électrique, avec 3 dynamos de 750 kilowatts chacune. Celles-ci fournissent



EMBARQUEMENT D'UN ÉLÉMENT DE CHAUDIÈRE

L'embarquement des chaudières est une des premières opérations auxquelles on procède immédiatement après le lancement. Dans les chaudières Proudon-Capus, modèle adopté pour l'Ile-de-France, il existe à la fois une masse d'eau à vaporiser traversée par des tubes dans lesquels circulent les gaz surchauffés du foyer, et un faisceau tubulaire dans lequel l'eau circule et — inversement — est chauffée extérieurement par les gaz de combustion : on aperçoit nettement un de ces faisceaux.

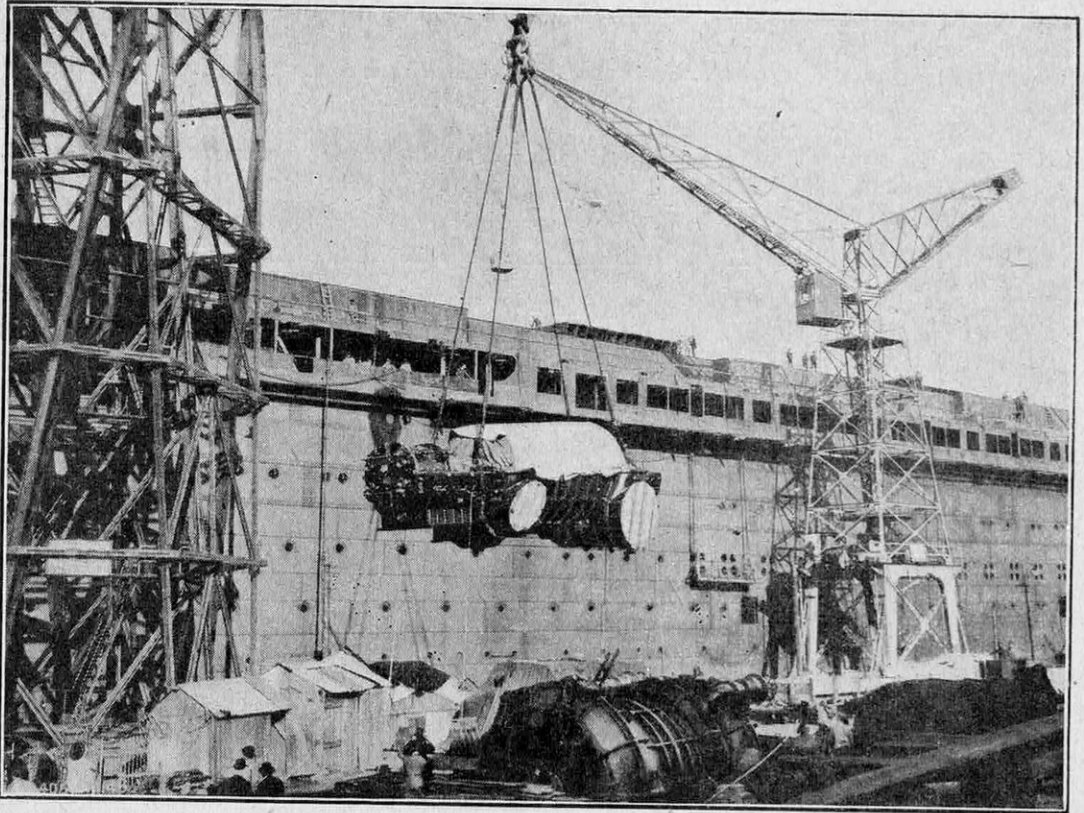
moyenne et basse pression — et, pour la marche arrière, 4 turbines, montées en « double cascade ». Leur poids total est de 1.060 tonnes ; elles ont nécessité, pour leur construction, 800.000 ailettes et 180 kilomètres de laiton laminé.

Une partie de l'énergie produite sert à alimenter les machines auxiliaires, très importantes sur un grand paquebot, dont quelques-unes sont disposées dans le compartiment des turbines et les autres dans un compartiment spécial, à l'arrière de la chambre des turbines. Les « auxiliaires » comportent notamment 4 pompes de circulation (2 par

le courant nécessaire pour l'éclairage, le chauffage, les ventilateurs, les thermo-tanks (1), les treuils à marchandises et d'embarcation, les machines frigorifiques ainsi que celui absorbé par les multiples installations des logements à passagers et les cuisines et offices : réchauds, machines à laver, grils, séchoirs, rôtissoires, etc...

A l'embarquement des chaudières et appareils moteurs ont succédé le montage des canalisations d'eau salée, d'eau douce, de vapeur, de mazout, puis la mise en place des conduits de ventilation, reliés aux ventila-

(1) Appareils d'aération et de chauffage.



PREMIÈRE PHASE DE L'EMBARQUEMENT D'UNE TURBINE A BORD DU PAQUEBOT

teurs, la pose des canalisations électriques et de tous les passages de câbles, l'installation des portes étanches. Les travaux d'achèvement à flot d'un bâtiment de mer, quel qu'il soit, sont, en effet, toujours conduits de telle façon que soient terminées, en tout premier lieu et autant que possible, les parties qui se trouvent dans les fonds.

D'où vient le matériel nécessaire à l'aménagement de l'*Ile-de-France* ?

Ce matériel considérable n'a pas été, tout entier, fabriqué à Saint-Nazaire. Bien que les chantiers de Penhoët, constructeurs de l'*Ile-de-France*, soient parmi les plus importants établissements métallurgiques de France, ils n'auraient pu suffire seuls à la tâche ; de plus, il est souvent nécessaire de s'adresser à des spécialistes pour l'installation des organismes, si délicats, que comportent les machines modernes. Les corps de chaudières ont été fabriqués à Marseille, mais les tubes de chaudières viennent de Pont-à-Mousson ; les hélices ont été mises au point à Marseille également ; mais les arbres porte-hélices sortent d'ateliers de Rive-de-Giers ; le servo-moteur a été livré par des établissements métallurgiques

du Sud-Est ; le gouvernail, par une fonderie tchécoslovaque. Les hublots ont été façonnés au Havre ; les canots de sauvetage, construits à Boulogne-sur-Mer ; l'appareillage électrique — les dynamos et autres moteurs notamment — sort presque tout entier d'ateliers de la région nancéenne ; les machines frigorifiques, d'ateliers bordelais. Nombre d'établissements ont contribué à la fabrication des tôles ; les turbines, par contre, ont été entièrement construites et montées à Saint-Nazaire. Certains appareils, tels que les compas, les portes étanches, etc., qui sont, dans leur genre, de véritables spécialités, ont été achetés en Angleterre.

Cette énumération permet de comprendre la complexité présentée par la construction d'un grand paquebot, de deviner le nombre considérable de marchés à passer, dont l'exécution doit être suivie de près, la livraison contrôlée et coordonnée, pour n'occasionner aucun retard dans l'ordre des travaux de montage.

La recherche du confort pour les passagers exige de minutieux travaux d'art

Dans le même temps, bien d'autres travaux, ayant trait à l'installation des aména-

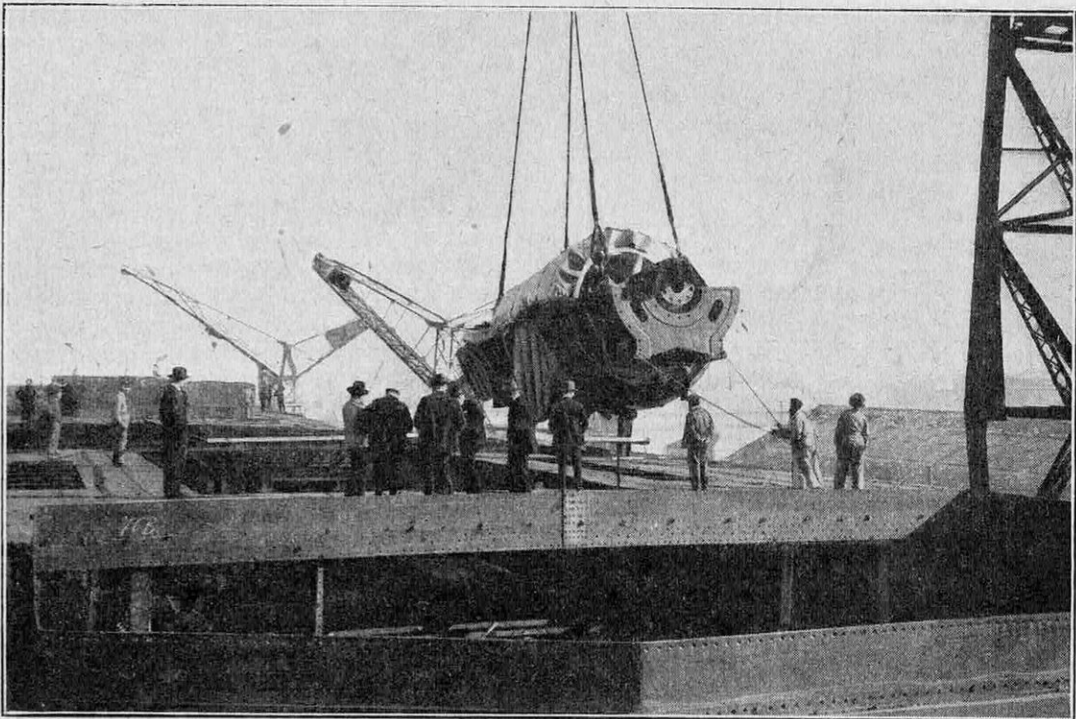
gements, s'exécutaient ou se préparaient. Là encore, les commandes ont été passées dans toute la France, au fur et à mesure de l'acceptation des projets de décoration et des devis pour tous les revêtements, les mobiliers, tentures, tapis, rideaux et accessoires de tous genres, sans compter les œuvres d'art : tapisseries, toiles de maîtres, ferronneries d'art, statues prévues par les ensembliers pour les salons, fumoirs, salles à manger et appartements de luxe. Dans le faubourg Saint-Antoine, sur les dessins de décorateurs connus, tels que Rullman, Nelson, Pacon, Patout, Prou et combien d'autres, ont été fabriqués la plupart des meubles nécessaires aux locaux dits « décorés » ; à Marseille ont été commandés presque tous les appareils lumineux ; à Lyon, des damas ; à Aubusson, à Roubaix, les tapis.

L'*Ile-de-France* peut transporter 677 passagers de première classe, 403 passagers de deuxième classe, 560 passagers de troisième, tous en cabines, et 800 hommes d'équipage. C'est, nous l'avons dit, le plus grand paquebot français ; ce n'est pas le plus grand paquebot du monde, mais, aux yeux des passagers transatlantiques, il sera surtout — de beaucoup — le plus moderne, puisque tous les autres paquebots géants du Nord-Atlantique, même entrés en service après la guerre, ont, sans exception, été commencés

avant 1914, et leur conception date, par conséquent, d'une quinzaine d'années déjà. Le tonnage seul, d'ailleurs, ne doit pas hypnotiser : de même que, dans une grande ville, il peut y avoir plusieurs hôtels de grand luxe absolument différents, mais pourtant également appréciés et considérés comme de « même classe », de même, sur l'Atlantique, il y a quelques « très grands paquebots », de dimensions et de tonnages légèrement différents, qui peuvent tous donner satisfaction aux passagers les plus exigeants.

Comme tous les récents paquebots de la Compagnie Générale Transatlantique, le *Paris* et le *De Grasse*, de la ligne de New-York ; le *Cuba*, de la ligne Cuba-Mexique, l'*Ile-de-France* est entièrement décorée en style moderne. Ce paquebot a bénéficié des enseignements de la grande manifestation artistique que fut l'Exposition des Arts décoratifs en 1925. Ce ne sera pas là un de ses moindres attraits auprès des passagers, qui trouveront à bord, en même temps qu'un cadre luxueux, une véritable synthèse de l'art français contemporain et un extrême confort.

Le confort sur mer dépend surtout de la façon dont l'espace, l'air, la lumière sont dispensés aux passagers, conditions difficiles à réaliser, tant les coques des paquebots



LA TURBINE ARRIVE SUR LE PONT DE L'« ILE-DE-FRANCE »

modernes sont encombrées et nécessairement compartimentées.

De l'espace, les passagers de l'*Ile-de-France* en trouveront : la salle à manger des premières mesure, dans sa plus grande longueur, 44 mètres ; les deux grands salons s'étendent res-

pectivement sur 24 mètres et 28 m 50 de long et 18 mètres de large ; le pont-promenade couvert est une promenade abritée de 300 mètres environ de longueur sur 6 mètres à 7 m 50 de largeur ; les deux emplacements de plein air, pour les jeux de pont et sports, sont de vastes espaces rectangulaires de 500 mètres carrés de surface chacun. De l'air, de la lumière ? Les procédés les plus modernes de ventilation et d'éclairage les dispenseront sans compter. De l'eau ? Il n'existe ac-

tuellement aucun paquebot dont les installations sanitaires soient aussi complètes et aussi importantes : les 677 passagers de première classe disposent exclusivement de 470 lavabos et 353 baignoires avec eau courante, chaude et froide, à toute heure du jour. A l'exception de quelques cabines sur un pont seulement, toutes les cabines de première sont dotées d'une salle de bains privée, ainsi qu'il est d'usage pour chaque chambre dans tout grand hôtel moderne. De même en seconde et en troisième classes, où

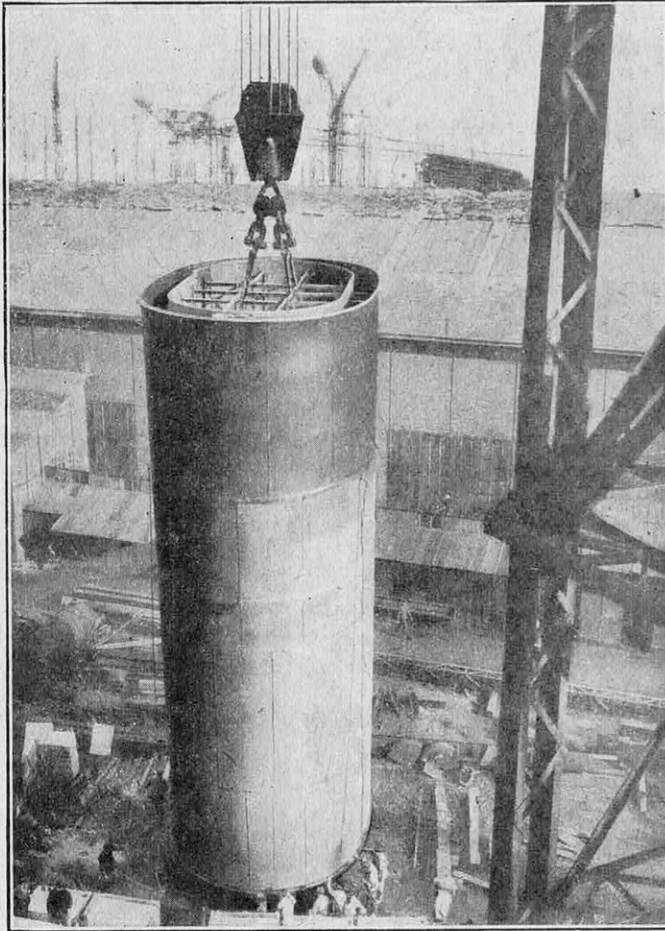
toutes les cabines sont dotées d'un ou plusieurs lavabos à eau courante et où chaque catégorie de passagers dispose d'un grand nombre de salles de bains et douches.

Un des clous de l'*Ile-de-France* est son « grand foyer », véritable « grande place » de

cette « ville flottante », où, de même que dans le hall d'un grand palace, sont groupés les bureaux des commissaires, docteurs, maîtres d'hôtel, ceux du service des bagages, les salons de coiffure, la chambre des coffres-forts, le magasin de vente — succursale flottante d'un grand magasin de Paris — la fleuriste, le « bureau » de tabac, les vitrines d'exposition, une agence de tourisme. Là viennent aboutir les larges galeries d'accès aux cabines, le grand escalier, les ascenseurs desservant quatre des ponts réservés aux premières (les secondes en ont un également) et, enfin, l'entrée de la chapelle. Car, sur

l'*Ile-de-France*, a été aménagée une église ; c'est la première fois qu'une pièce a reçu cette destination à bord d'un paquebot ; 80 personnes y pourront trouver place, assises partie dans une tribune, partie devant le chœur.

La grande salle à manger des premières, aux proportions que nous avons indiquées, occupe toute la largeur du paquebot et



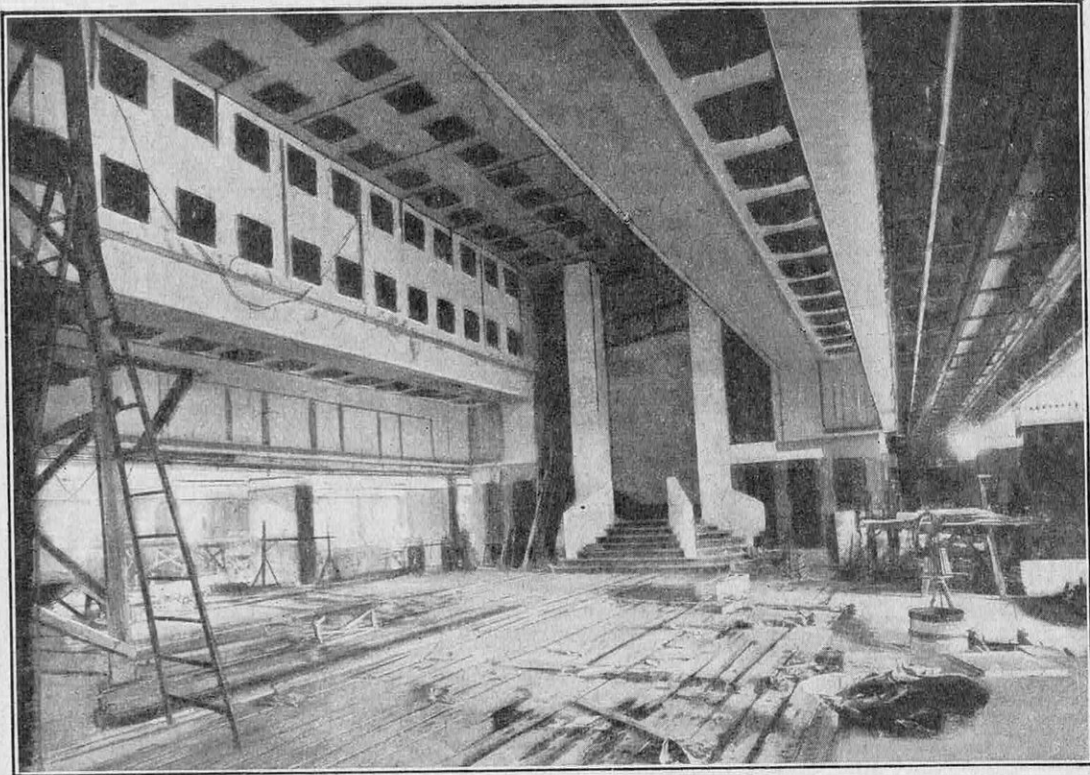
CETTE PHOTOGRAPHIE MONTRE LES DIMENSIONS CONSIDÉRABLES D'UNE CHEMINÉE DE PAQUEBOT MODERNE

Chaque cheminée, de forme ovale, de l'*Ile-de-France* mesure 15 m 50 de haut et 9 mètres de grand diamètre. Chacune d'elles — il en est trois — comporte une double enveloppe et se trouve ainsi partagée en deux : la partie centrale sert à l'évacuation des gaz de combustion, de la fumée ; la partie extérieure est utilisée pour la ventilation. On distingue sur la photographie les croisillons qui assurent la rigidité de la cheminée.

s'étend sur une hauteur de 8 mètres : c'est la plus vaste qui soit sur l'Atlantique. 700 personnes pourront y être servies en même temps, ce qui permettra d'assurer le service des premières en une seule fois. Elle est ornée par une fontaine de Navarre, des verres moulés de Lalique et, toute entière, revêtue de marbre des Pyrénées de trois tonalités différentes.

Les pièces de réception des premières

Tout ce que *La Science et la Vie* a déjà indiqué, dans son n° 102, sur les « Grands courriers de l'Océan » s'applique intégralement à l'*Ile-de-France*. Les leçons de l'expérience des dernières années, recueillies par la Compagnie Générale Transatlantique, tant sur ses propres unités que sur les unités concurrentes similaires, ont été utilisées pour présenter à la clientèle, si importante et si difficile, qui voyage des États-Unis en

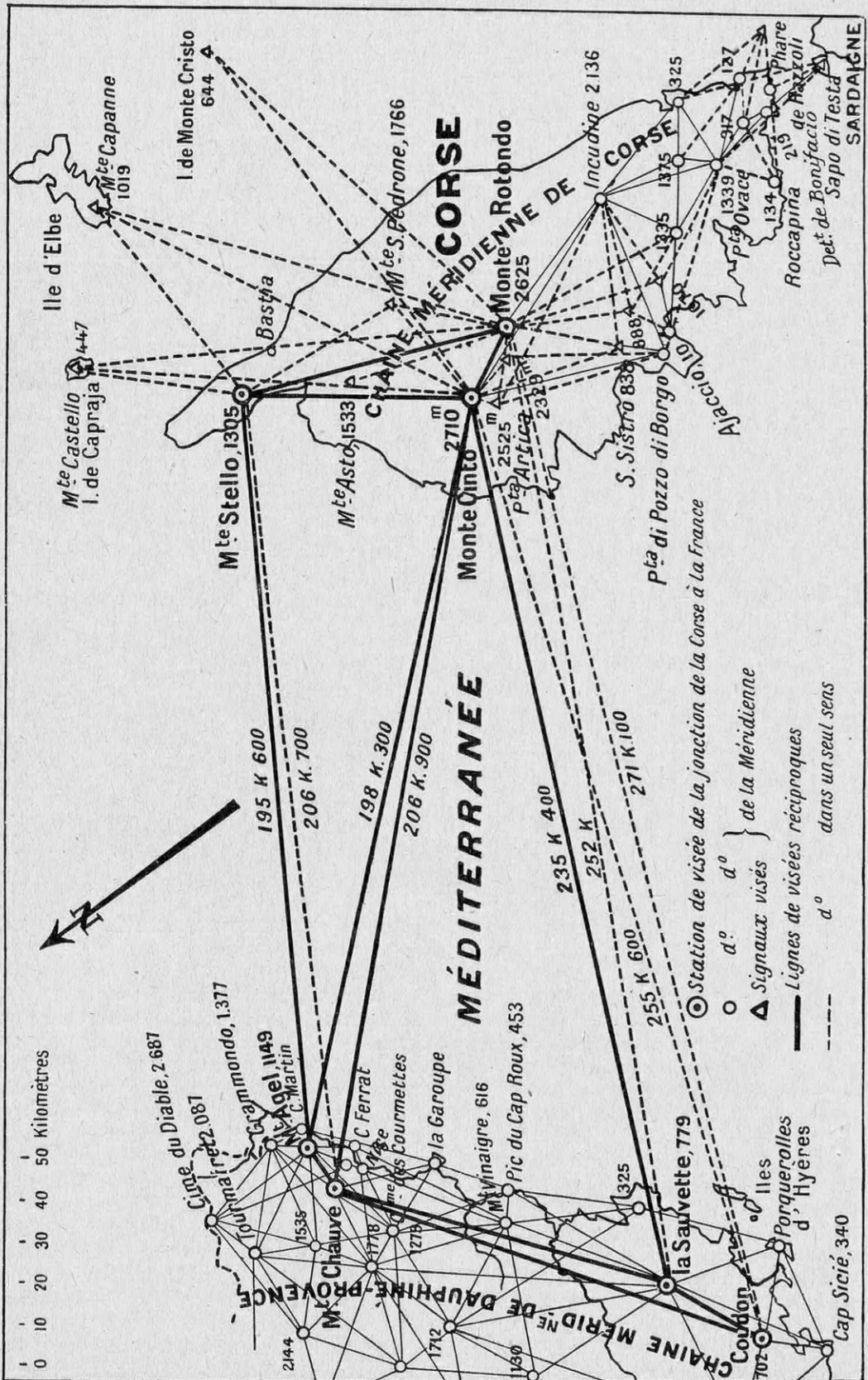


LA SALLE A MANGER DE PREMIÈRE CLASSE TELLE QU'ELLE ÉTAIT QUELQUES SEMAINES AVANT L'INAUGURATION DE L'« ILE-DE-FRANCE »

classes, grand salon, salon de thé, fumoir, reliées intérieurement par de larges galeries, sont remarquables par la simplicité de leurs lignes, la sobriété et le goût de leur ornementation — les bois naturels y ont été très employés — par leur éclairage enfin, très étudié, très diffus et d'une tonalité très douce, grâce à l'absence de tout point lumineux visible. Dans la journée, chacun des deux grands salons reçoit la lumière naturelle par dix grandes fenêtres, hautes de 5 mètres.

Secondes et troisièmes disposent pareillement de salles à manger, salons et fumoirs spacieux, moins luxueux, évidemment, que ceux de première, mais, eux aussi, harmonieusement décorés et confortables.

Europe, un bâtiment parfaitement au point. Il est, enfin, un autre élément de succès qui devra intervenir pour gagner la faveur du public à l'*Ile-de-France* : la « cote », élément presque indéfinissable, qui assure le succès d'un paquebot plutôt que celui d'un autre, cependant peu différent du premier en tant que construction. Cette cote est fonction du service à bord, de l'ambiance, de l'« atmosphère » — comme disent les Américains — de la cuisine, de la publicité faite aux États-Unis, puisque 95 % des passagers transatlantiques viennent de ce pays. On peut espérer qu'elle jouera en faveur de l'*Ile-de-France*, comme elle a joué en faveur des dernières unités françaises mises en service sur la ligne Le Havre-New-York, H. LE MASSON,



UN EXEMPLE MODERNE DE TRIANGULATION : LE RATTACHEMENT DE LA CORSE A LA FRANCE, PAR M. HELBRONNER

COMMENT ÉTABLIT-ON UNE CARTE GÉOGRAPHIQUE

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

L'établissement d'une carte géographique est une opération complexe et peu connue du public. Elle comprend deux parties distinctes : la planimétrie, dont le but est de situer sur la carte les positions respectives des accidents de terrains, tels que montagnes, rivières, canaux, routes, villes, etc..., et le nivellement, qui donne les altitudes de ces points au-dessus du niveau de la mer. Ces opérations nécessitent des observations rigoureuses, exécutées au moyen d'instruments d'une grande précision, et des calculs minutieux. Ces appareils de géodésie ont permis aux cartographes de réaliser les merveilleuses cartes dont nous disposons aujourd'hui. Notre éminent collaborateur, le professeur Houllévigue, nous expose ici, avec simplicité et clarté, non seulement les principes de la cartographie moderne, mais encore nous montre l'importance de l'exactitude des observations et des calculs qui permettent aux savants d'édifier et de vérifier les hypothèses émises sur la formation et la nature du globe terrestre.

Tous les États modernes ont dressé des cartes, dont celles de nos atlas ne sont que des réductions simplifiées ; leur perfection mesure le degré de civilisation de ces pays, car elles sont les auxiliaires indispensables de la vie sociale : sans elles, il serait impossible d'établir le réseau des routes, des canaux, des chemins de fer. Pourtant, peu de Français savent comment ont été établies ces cartes d'état-major à 1/80.000^e, qu'ils consultent dans leurs excursions, ou celles qui, déroulées auprès du volant de leur automobile, servent à guider leurs randonnées. Un exposé historique, montrant les progrès continus de la cartographie, serait déplacé dans cette revue, mais il est intéressant d'étudier sommairement les données du double problème que constitue la cartographie moderne, à savoir la planimétrie et le nivellement, et les moyens employés pour le résoudre.

Une surface de référence : le géoïde

Représenter sur une feuille plane de papier la surface convexe et accidentée de la Terre, avec ses vallées et ses montagnes, est chose malaisée ; il est même impossible d'obtenir

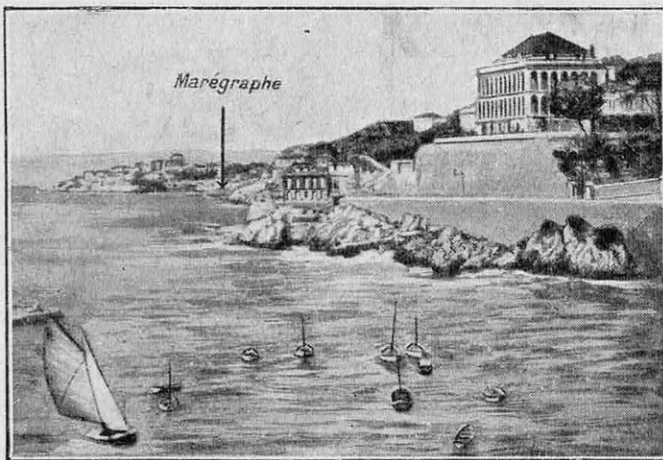


FIG. 1. — LA CORNICHE A MARSEILLE ET L'EMPLACEMENT DU MARÉGRAPHE

une représentation fidèle du globe tout entier, ou d'une partie notable ; mais, s'il s'agit d'un pays comme la France, qui ne couvre qu'un millième de cette surface, moins qu'un timbre-poste sur un ballon de football, la difficulté est moindre, et divers systèmes de transformation géométrique per-

mettent de reporter sur une feuille plane, sans altération notable, la « cote zéro », point de départ des nivellements.

Mais que prendrons-nous comme cote zéro ? Il est tout indiqué d'adopter comme surface de référence celle des océans, qui couvrent les trois quarts du globe ; encore faut-il faire abstraction des vagues, des déni-

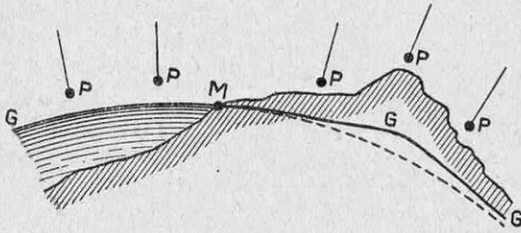


FIG. 2. — LA SURFACE DU GÉOÏDE « G » EST, EN CHAQUE POINT, PERPENDICULAIRE A LA DIRECTION DU FIL A PLOMB « P »

vellations locales produites par les marées, les courants marins, les vents, les inégalités de salure. Aucune mer ne se prête mieux que la Méditerranée à la détermination exacte de ce niveau initial : une loi de 1901 a décrété, pour la France, que le zéro des nivellements serait défini par l'Observatoire marémétrique (fig. 1), installé à Marseille, sur la célèbre promenade de la Corniche : le niveau de la mer, mesuré régulièrement à cet observatoire, n'a pas varié de 3 centimètres depuis quarante ans ! Partant de ce niveau, on peut se représenter la surface des eaux tranquilles, perpendiculaires en chaque point au fil à plomb, comme peu différente d'une sphère ou, plus exactement, d'un ellipsoïde de révolution aplati aux deux pôles et renflé à l'équateur. Mais comment dirons-nous, alors, que la gare de Clermont-Ferrand est à 358 mètres au-dessus de la mer ? L'océan ne passe pas, pourtant, au pied du Puy de Dôme ?

Voici comment on résout cette difficulté :

S'il était possible de prolonger la surface des mers en creusant des tranchées à travers les continents, ou des canaux souterrains, comme celui qui unit Marseille à l'étang de Berre, cette surface représenterait notre cote zéro. Heureusement, on peut se dispenser de cette opération chimérique en remarquant que la nappe des eaux est perpendiculaire, en chaque point, à la direction du fil à plomb, et cette seule propriété permet de la définir : cette surface, qui est celle du *géôïde* terrestre, définit notre cote zéro ; elle est représentée en G sur la figure 2, se raccordant en M à celle de la mer. C'est elle qui, convenablement distendue, sera supposée fixée sur notre feuille de papier.

Voilà notre point de départ ; et maintenant, à l'ouvrage.

La tâche est double : planimétrie et nivellement

Dessiner la carte d'un pays, c'est d'abord y reporter la position des côtes, des rivières, des villes, en un mot de tous les points inté-

ressants. Cette première tâche constitue la *planimétrie* ; il faut ensuite mesurer la *cote* de chacun de ces points, c'est-à-dire son altitude au-dessus de la surface fictive du géoïde ; c'est par le *nivellement* qu'on y parviendra.

A l'origine de la planimétrie, nous trouvons les déterminations astronomiques des longitudes et des latitudes ; ces déterminations, dont nous ne dirons rien, pour ne pas alourdir cet exposé, permettent de mesurer les coordonnées géographiques de chaque point, avec une précision qui dépasse la seconde d'arc : c'est dire que la position de ce point peut être épinglée, par rapport au réseau des méridiens et des parallèles, à une vingtaine de mètres près. Mais, si cette méthode est sûre, elle est peu expéditive et ne peut que servir de contrôle au procédé plus rapide que constitue la *triangulation*.

Grâce à la triangulation, la position de la Corse a pu être déterminée à un mètre près

On prend pour point de départ une base AB (fig. 3) mesurée directement, et avec un soin minutieux, sur un terrain horizontal. Des deux extrémités de cette base, on vise une mire C, clocher d'église ou autre signal ; cette opération s'effectue à l'aide d'un *théodolite* (fig. 4), qui permet une mesure précise des angles formés par les lignes de visée AC et BC avec la base. La position du point C est

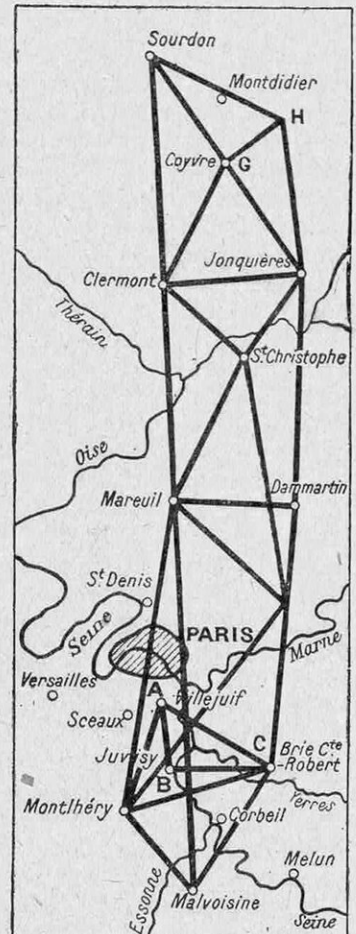


FIG. 3. — UNE DES PREMIÈRES TRIANGULATIONS EFFECTUÉE EN 1670 PAR L'ASTRONOME PICARD

ainsi connue exactement, ainsi que la longueur des côtés AC et BC , qui pourront, à leur tour, servir de bases pour l'établissement de nouveaux triangles ; ainsi, tout le territoire se couvre, de proche en proche, d'un canevas dont les mailles seront reportées sur la carte à l'échelle voulue ; de place en place, et lorsque le terrain s'y prête, on mesure directement un des côtés GH , comme on avait fait pour la base AB , et le résultat, comparé à celui que donnait la triangulation, permet de contrôler la précision des opérations successives.

C'est suivant cette méthode que l'état-major français a établi ce monument cartographique qu'est notre carte au 1/80.000^e : quatre chaînes de triangles dirigées du nord au sud et six autres, dirigées de l'ouest à l'est, ont permis de reproduire, avec une exactitude voisine d'une vingtaine de mètres, la position de tous les points importants.

Mais la géodésie est une science très vivante et qui perfectionne sans arrêt ses appareils et ses méthodes ; c'est ainsi que M. Helbronner vient de reprendre, avec une précision accrue, la triangulation de la chaîne des Alpes, et il a complété ces admirables travaux en rattachant la Corse à la France (fig., p. 46) par des visées directes, unissant les principaux sommets de l'île de Beauté aux cimes qui avoisinent Nice et Toulon ; grâce à ces mesures, la position de la Corse, par rapport à la France, est fixée à moins d'un mètre près !

Peut-être le lecteur se demande-t-il à quoi rime une pareille précision ; je vais profiter de l'occasion qui s'offre de lui montrer l'intérêt de mesures rigoureuses : il existe, actuellement, une théorie fort à la mode, due à l'Allemand Wegener, et dont *La Science et la Vie* a parlé dans son n° 89 de novembre 1924. D'après cette théorie, les continents ne seraient que des îles flottantes sur le support visqueux des couches inférieures de la croûte terrestre ; ces terres peuvent donc, au cours des siècles, subir une lente migration ; et c'est ainsi que des savants italiens, appliquant un peu prématurément cette hypothèse, ont soutenu que la Corse se rapprochait lentement de l'Italie ; des mesures précises, effectuées de temps à autre,

permettront de juger cette assertion ; elles trouveront, dès à présent, une base solide dans les triangulations de M. Helbronner.

Le nivellement détermine le relief

Notre carte est loin d'être achevée ; il faut y inscrire, sous une forme ou sous une autre (courbes de niveau, hachures, teintes conventionnelles), la cote des différents points ; sans cela, comment tracerait-on des routes convenables, des chemins de fer, des canaux ? Comment pourrait-on régulariser le cours des fleuves ou en utiliser les déclivités ? Ainsi, l'existence d'un pays civilisé est liée à l'existence d'un nivellement rigoureux.

Cette opération peut mettre à profit des méthodes différentes et qui se complètent heureusement. S'agit-il de déterminer l'altitude des crêtes montagneuses ? le baromètre pourra fournir une première détermination puisque la pression de l'air baisse d'un millimètre, environ, chaque fois qu'on s'élève verticalement de 11 mètres ; des formules mathématiques permettent d'utiliser le baromètre pour le nivellement, mais cette méthode, si familière aux ascensionnistes et aux aviateurs, ne comporte qu'une précision assez médiocre : elle a donné des erreurs supérieures à 20 mètres dans la mesure d'altitude des hautes cimes alpines.

C'est encore à la triangulation qu'il faudra recourir pour mesurer avec précision ces cotes de montagne : on trace dans la plaine une base AB , mesurée exactement (fig. 5), puis on estime, au théodolite, les angles de cette base avec les droites AC et BC , qui joignent ses extrémités au sommet C , ainsi que l'angle de AC avec l'horizontale AH ; la figure montre aisément que ces données suffisent pour calculer la hauteur CH .

Dans les régions peu accidentées du territoire, le long des routes, des fleuves, des voies ferrées, on utilise un procédé différent dont l'exécution a été confiée, pour la France, au « Service du Nivellement général ». La méthode suivie est celle des arpenteurs : avec une lunette L (fig. 6), dont la ligne de visée est réglée horizontalement à l'aide d'un niveau d'eau N , on vise successivement deux mires verticales M et M' ; la différence des lectures faites sur ces mires

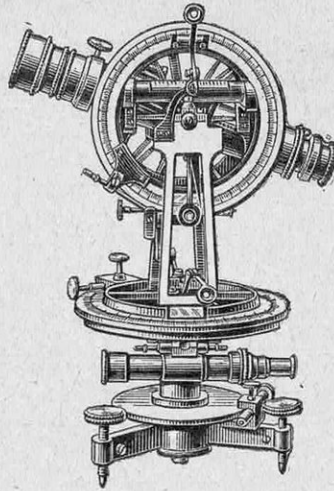


FIG. 4. — LE THÉODOLITE EST LE TYPE D'APPAREIL QUI, SOUS DES NOMS DIVERS, SERT AUX OPÉRATIONS GÉODÉSIQUES

donne la différence de niveau entre les deux points où elles sont dressées.

En opérant ainsi de proche en proche, on réalise le nivellement général du pays avec une précision que peu de gens soupçonnent, et dont la première preuve fut donnée, dans une circonstance mémorable, par un simple conducteur des ponts et chaussées nommé Bourdalouë. On croyait, d'après les nivellements sommaires effectués par l'expédition d'Égypte, qu'il existait une différence de niveau de 10 mètres entre la Méditerranée et la mer Rouge ; cette croyance constituait une objection fondamentale au projet, formé par de Lesseps, d'unir les deux mers par un canal sans écluses. En 1847, Bourdalouë procéda à de nouvelles mesures, par les méthodes qu'il avait perfectionnées ; elles

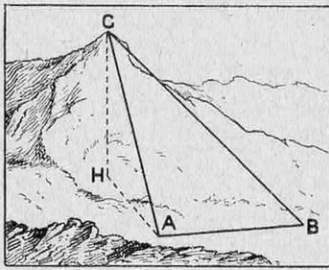


FIG. 5. — DÉTERMINATION D'UNE ALTITUDE PAR TRIANGULATION

lui permirent d'affirmer que cette différence de niveau n'existait pas ; on creusa le canal, et l'absence de courant permanent d'une mer à l'autre démontra péremptoirement l'exactitude des nouveaux procédés de nivellement.

A la suite de ce succès, le ministre des Travaux publics confia à Bourdalouë, en 1857, un nivellement général de la France, dont l'exécution, qui dura jusqu'en 1863, constitue une des œuvres les plus remarquables de la géodésie universelle ; elle inspira des opérations analogues, effectuées suivant les mêmes principes, dans les autres pays.

Mais toute œuvre humaine est perfectible ; le nivellement de Bourdalouë, par exemple, semblait indiquer une différence de niveau voisine d'un mètre entre la mer du Nord et la Méditerranée. Pour cette raison, les opérations furent reprises, à partir de 1876, par des méthodes encore plus précises, mais dont le principe est toujours celui de l'arpentage. Sous l'habile et persévérante direction de M. Ch. Lallemand, la France a été décomposée en un certain nombre de mailles, formant un *réseau de premier ordre* dont les contours ont été nivelés avec un soin minutieux ; un *réseau de second ordre*, s'appuyant sur les mailles du premier, a été jalonné par des méthodes plus expéditives ; celui-ci a servi, à son tour, de base à un

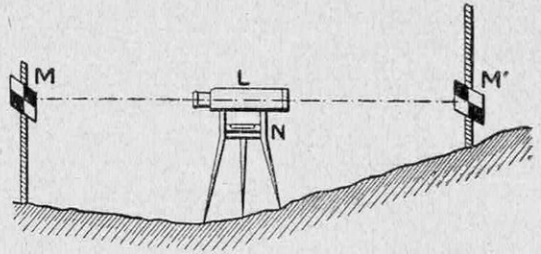


FIG. 6. — PRINCIPE DE LA MÉTHODE DE NIVELLEMENT GÉODÉSIQUE

jalonnement de troisième ordre, et ainsi de suite jusqu'au cinquième ordre. L'œuvre, aujourd'hui presque achevée, porte sur plus de 100.000 kilomètres de longueur, et, pour donner une idée de la précision réalisée, je dirai que, partant de la cote zéro à Marseille, on a retrouvé, à Dunkerque, la cote zéro à 6 centimètres près !

C'est d'après les nombres ainsi obtenus que les repères en fonte, représentés par la figure 7, ont été scellés dans la pierre de nos principaux édifices, où chacun a pu lire l'indication du niveau correspondant. Ces repères ne fournissent pas seulement des points de départ pour tous les jalonnements de détail qu'on peut avoir à exécuter ; ils sont des témoins qui permettent de reconnaître les exhaussements ou les effondrements, brutaux ou lents, du sol, comme il s'en produit dans les pays de mines, par tassement du sol ou par suite des tremblements de terre. C'est ainsi qu'à la suite du séisme qui dévasta la Provence en 1902, on procéda à un nouveau nivellement, qui mit en évidence de légers mouvements du sol ; mais c'est surtout en Italie, dans les régions bouleversées par les grands cataclysmes que l'on sait, que ces opérations sont nécessaires.

D'autre part, on affirme fréquemment, et souvent à la légère, que telle région du territoire s'affaisse lentement, que telle autre s'exhausse ; de nouvelles mesures, effectuées au bout d'un temps raisonnable, permettront de juger ces affirmations. Une connaissance

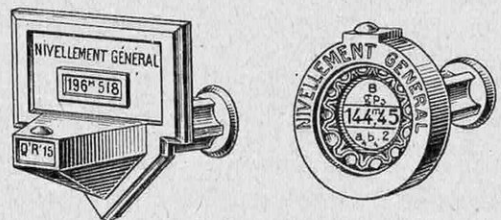


FIG. 7. — DEUX TYPES DE REPÈRES INDICANT L'ALTITUDE D'UN LIEU AU SOMMET DE LA PASTILLE PORTÉE PAR L'APPAREIL

précise de ces mouvements lents sera précieuse pour l'établissement de grands travaux publics : il serait déraisonnable d'établir un grand port sur des côtes qui s'exhausseraient, ou des phares sur des rivages qui s'enfoncent dans la mer ; ainsi, l'œuvre topographique achève notre connaissance du sol sur lequel nous vivons.

La cartographie par avion

Le problème cartographique se pose autrement pour les pays neufs et difficile-

simultanées formant vue stéréoscopique ; un appareil très compliqué, mais donnant des résultats merveilleux, le *stéréautographe*, de von Orel, permet d'utiliser ces vues pour tracer automatiquement les courbes de niveau reliant les points d'égale altitude.

Ce procédé, nouveau et expéditif, s'est rapidement développé ; on l'a utilisé, aux États-Unis, pour étudier les régions tourmentées de l'Arizona et du Colorado ; on s'en sert couramment au Canada pour des prospections méthodiques dans les terri-

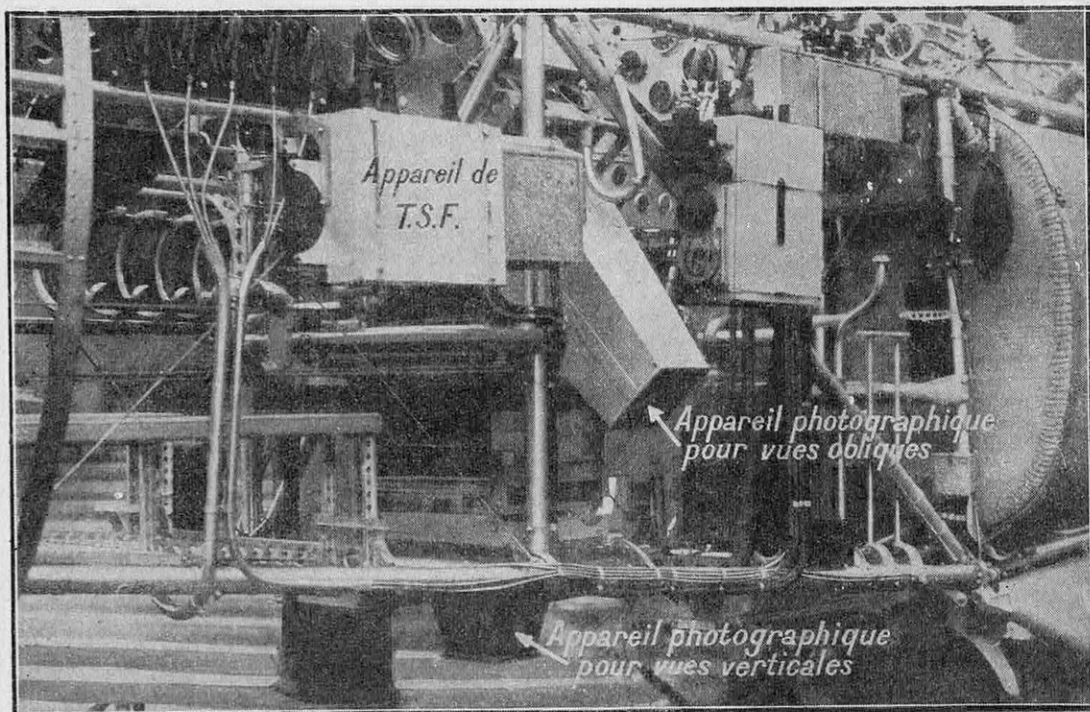


FIG. 8. — INSTALLATION D'APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES, POUR VUES VERTICALES ET OBLIQUES, A BORD D'UN AVION

ment accessibles où, même en allégeant les appareils et en simplifiant les méthodes à l'extrême, on n'obtient péniblement que des résultats médiocres. C'est la photographie par avion qui fournit, alors, la solution souhaitée : en photographiant de 1.500 mètres d'altitude, avec un appareil de 15 centimètres de foyer, le sol au-dessus duquel passe l'avion, chaque cliché représente un relevé planimétrique à 1/10.000^e. Si l'avion vole à 180 kilomètres à l'heure et si les clichés ont 10 centimètres de côté, il suffira d'une dizaine de prises à la minute pour jalonner une bande de terrain qui eût exigé des mois de travail dans la brousse ou dans des régions malsaines. On peut même obtenir le relief à l'aide de deux prises

toires glacés du Nord, et on vient d'en faire usage dans notre Indochine, pour établir la topographie des fertiles « terres rouges » et des régions les plus inaccessibles du Laos. Aux Indes, le delta de l'Iraouaddy a été cartographié par avions, en deux mois et demi, sur une étendue de 360.000 hectares ; effectuée par les méthodes ordinaires, l'opération aurait duré trois ans, coûté le double et soumis aux plus dures épreuves un nombreux personnel.

C'est ainsi que la science et la technique, se renouvelant sans cesse, créent des procédés nouveaux pour inventorier et reproduire la face de la Terre ; grâce à eux, la géodésie reste digne de son importante mission.

L. HOULLEVIGUE.

LE NOUVEL INSTITUT D'OPTIQUE

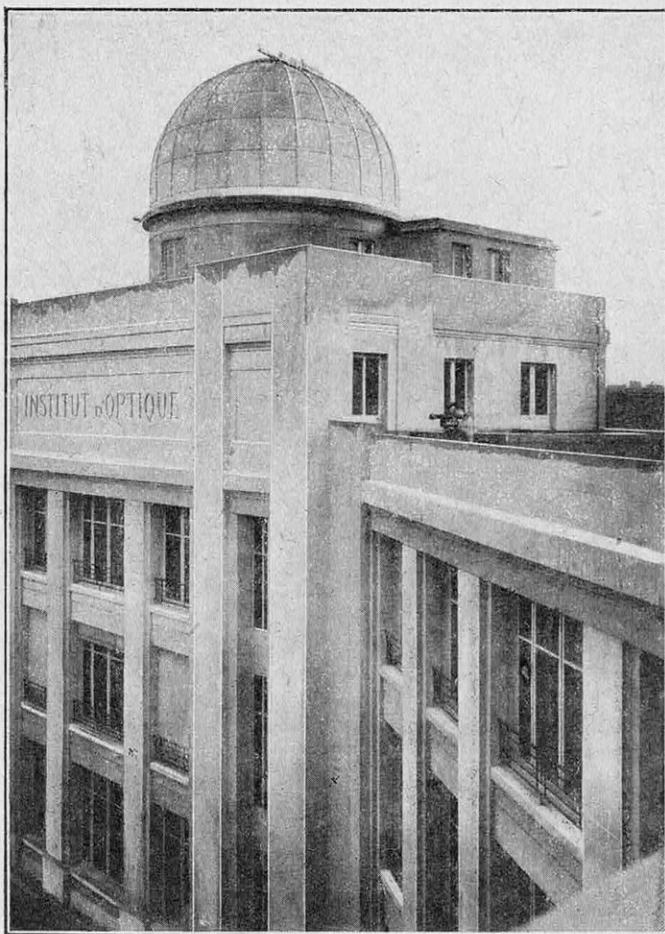
Par Victor JOUGLA

L'inauguration du nouvel Institut d'Optique a appelé l'attention sur l'importance grandissante de l'industrie de l'optique et a mis en évidence les résultats merveilleux que la précision des méthodes de mesures optiques a permis de réaliser. C'est grâce à l'activité de son éminent directeur, M. Charles Fabry, que cette école technique de l'optique, dont le besoin impérieux se faisait sentir naguère, a pu se développer dans des conditions remarquables. Nos lecteurs trouveront ici un exposé des travaux effectués par les élèves de l'Institut ainsi que des renseignements intéressants sur les principaux appareils d'optique utilisés.

Les premières lunettes

D'APRÈS M. Georges Guadet, c'est dans une fresque de 1352, située à Trévis, que se rencontre le premier nez chaussé de lunettes. C'est celui du cardinal Hugues de Provence, isolé au milieu d'un nombreux chapitre de chanoines, dont aucun, malgré sa vieillesse et sa presbytie à peu près certaine, n'arbore le précieux instrument d'optique.

Quelle eût donc été l'impression du cardinal Hugues de Provence si, grâce à quelque machine exploratrice du temps, Son Éminence avait pu assister, le 18 mars 1927, à l'inauguration du nouvel Institut d'optique, situé à l'angle du boulevard Pasteur et de la rue de Sèvres, à Paris. Certainement, il aurait essayé plusieurs fois ses verres avant d'en croire ses



LA FAÇADE DU NOUVEL INSTITUT D'OPTIQUE

yeux. Puis il eût comparés ses grossières et précieuses lentilles aux oculaires qui, dans les différents laboratoires, se prolongent par les instruments les plus variés : microscopes, interféromètres, spectrographes. Et si, par un nouveau miracle de science infuse, notre homme avait pu revivre d'un trait toute l'histoire de l'Optique, il n'eût pas manqué de constater que depuis la lunette de Galilée, fille immédiate des bésicles, cette précieuse industrie n'a cessé d'envahir tous les domaines de l'activité humaine, grâce

aux perfectionnements apportés dans les mesures et la construction des appareils.

Les appareils d'optique

Cette lunette de Galilée est maintenant presque aussi vulgarisée que les bésicles

elles-mêmes. On la trouve aux courses, au théâtre, dans l'équipement des officiers de terre et de mer, sous forme de jumelles et, le plus souvent, raccourcie à l'extrême (par insertion de « prismes », qui allongent sur place le trajet des rayons lumineux).

Le microscope, braqué sur l'infiniment petit, est devenu le lorgnon miraculeux du médecin et du biologiste. Les spectroscopes, les polarimètres, les colorimètres sont aussi indispensables aux industries chimiques que

millions. Sans le périscope, tout ce matériel perfectionné ne vaut plus rien. Sans le télémètre, qui lui permet d'apprécier, à deux ou trois mètres près, ses distances de tir, un cuirassé serait un aveugle, incapable de résister dix minutes à un concurrent muni du précieux appareil.

Ces quelques aperçus nous montrent suffisamment que l'opticien tient la clef des principales avenues industrielles, sans parler des chemins plus ardu de la découverte



UN DES ATELIERS OU LES ÉLÈVES DE L'INSTITUT D'OPTIQUE APPRENNENT A TRAVAILLER LE VERRE DESTINÉ A LA FABRICATION DE LENTILLES, DE PRISMES, ETC., POUR LES INSTRUMENTS D'OPTIQUE

le fil à plomb au maçon. L'objectif photographique demeure, pour le touriste et le voyageur, le plus précieux des compagnons, et le cinéma met en branle, à coup de millions, des bataillons de figurants, tout cela pour un seul spectateur, un objectif capable de condenser, dans 6 centimètres carrés de film, les moindres détails du fastueux spectacle.

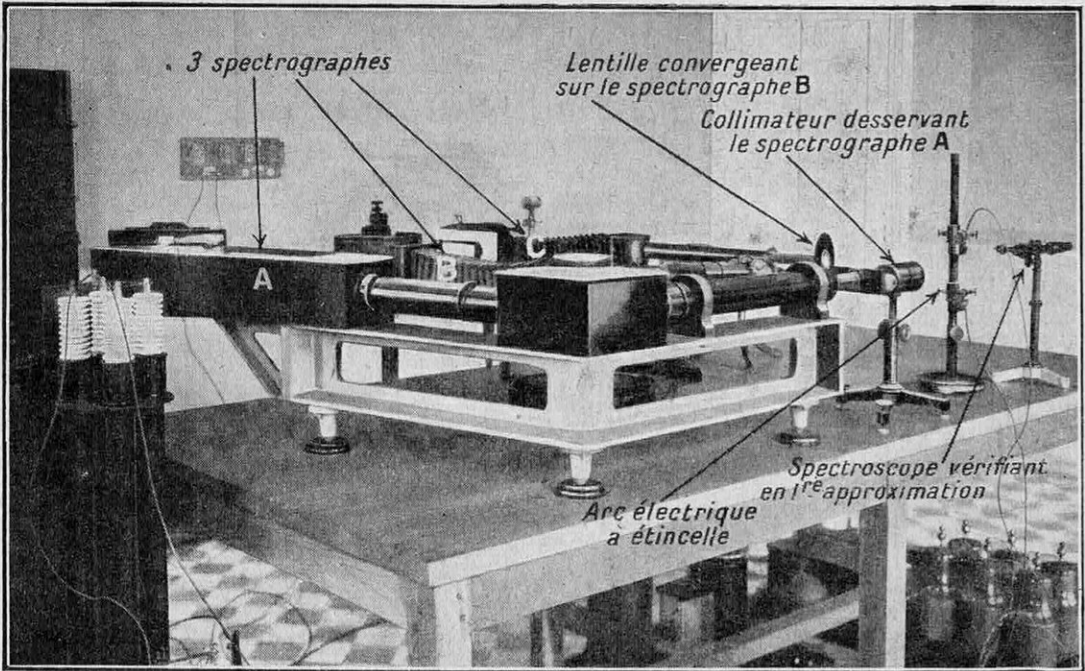
Ainsi que le remarque M. Fabry, l'objectif ne compte pour rien dans les frais généraux du cinéma, dont il est, cependant, le pivot central.

Un sous-marin de 3.000 tonneaux avec sa machinerie coûte, de même, une centaine de

scientifique pure. Pas un physicien ne contesterait que le phénomène lumineux domine tous les autres comme moyen de recherche et de mesure. La lumière constitue, par ses interférences, un « micromètre » infiniment précis et, par les raies de ses différents spectres, le plus subtil instrument de dosage.

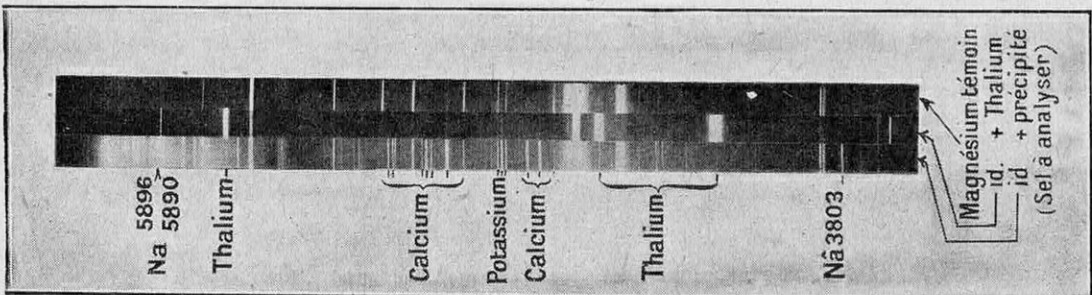
L'importance d'un institut d'optique

Pourtant, jusqu'à ces dernières années, l'optique, clef de la science et de l'industrie, n'avait pas son école technique. Chaque branche intéressée calculait et construisait les instruments dont elle avait besoin. Le colonel Dévé, à Puteaux, fondait un atelier



L'ANALYSE SPECTROGRAPHIQUE

Les trois spectrographes représentés ci-dessus, qui constituent un héritage illustre (ils proviennent du laboratoire d'un grand physicien, Arnaud de Gramont), sont disposés comme il suit : l'appareil A est destiné à l'exploration de la région du spectre qui s'étend de l'onde de 8.000 Angstroms (rouge inférieur) jusqu'à l'onde de 3.170 Angstroms (violet extrême). Il s'agit donc ici d'un spectrographe opérant sur la partie visible du spectre. L'appareil B, situé au milieu, enregistre le spectre de 3.250 Angstroms à 2.200 Angstroms. Son domaine s'étend donc du violet à l'ultraviolet moyen. Le troisième spectrographe, C, travaille enfin sur la région du spectre la plus extrême qu'il soit possible de réaliser dans l'air, c'est-à-dire de 2.300 Angstroms à 1.800 Angstroms. Le corps dont il s'agit de faire l'analyse spectrographique, est disposé, en quantité infinitésimale, entre les deux électrodes de l'arc figurant à droite du dispositif d'ensemble. Les collimateurs nécessaires dirigent la lumière émise simultanément sur les trois spectrographes, qui enregistrent, chacun dans le domaine qui lui revient, les raies caractéristiques du corps soumis à l'analyse. Au total, le spectre est aussi complet qu'on peut le souhaiter quand on opère dans l'air, où l'extrême ultraviolet se trouve absorbé vers la longueur d'onde 1.800 Angstroms.



UN EXEMPLE D'ANALYSE SPECTRALE

Dans les trois spectres superposés ci-dessus, on distingue : 1° le spectre-témoin du métal choisi pour constituer les électrodes de l'arc. C'est, ici, le magnésium, choisi par M. E. Dureuil à cause de la netteté et du petit nombre de ses raies, qui ne masquent pas trop celles que, précisément, l'on recherche. 2° Au-dessous, on a porté le spectre du thalium, qui est le métal dont on se propose de rechercher les traces éventuelles dans le corps analysé en définitive. Ce spectre du thalium s'ajoute donc à celui du magnésium des électrodes. 3° Le sel qu'il s'agit d'analyser est obtenu par un précipité au carbonate de chaux. Son spectre apparaît donc avec les raies du calcium, qui se superposent à celles du magnésium, avec, en plus, des raies extrêmement nettes du thalium. Il s'agit, en l'espèce, de l'analyse chimique d'une tumeur. On voit de quelle ressource est l'Institut d'Optique pour les biologistes et les médecins eux-mêmes.

d'optique pour les lunettes d'artillerie ; mais la plupart des autres services militaires ainsi que, naturellement, les industriels s'adressaient aux constructeurs particuliers pour obtenir les instruments dont ils avaient besoin — alors que les constructeurs opticiens eux-mêmes réclamaient un laboratoire central où vérifier leurs verres et leurs instruments réalisés.

En Allemagne, la maison Zeiss, d'Iéna, monopolisa à peu près complètement l'industrie de l'optique ; elle peut donc avoir un laboratoire parfait, justifié par cette concentration même. D'où l'immense succès des verres optiques de Zeiss, malgré qu'en 1914 sa matière première lui vînt, en partie, de France et que les fameux verres d'optique « flint » et « crown », dont la combinaison préside à la réalisation de la plupart de ses objectifs, fussent d'invention française (1827) ; malgré que fussent également de source française les méthodes de mesure interférentielle qui, fondées sur les travaux de Fresnel et de Fizeau, furent poussées à leur extrême perfection par les Laurent, les Fabry, les Cotton, les Mouton, les Pérot, les Chrétien. Nous avions les premiers opticiens du monde, mais aucun Institut d'optique

capable de coordonner leurs travaux en vue de leur utilisation industrielle.

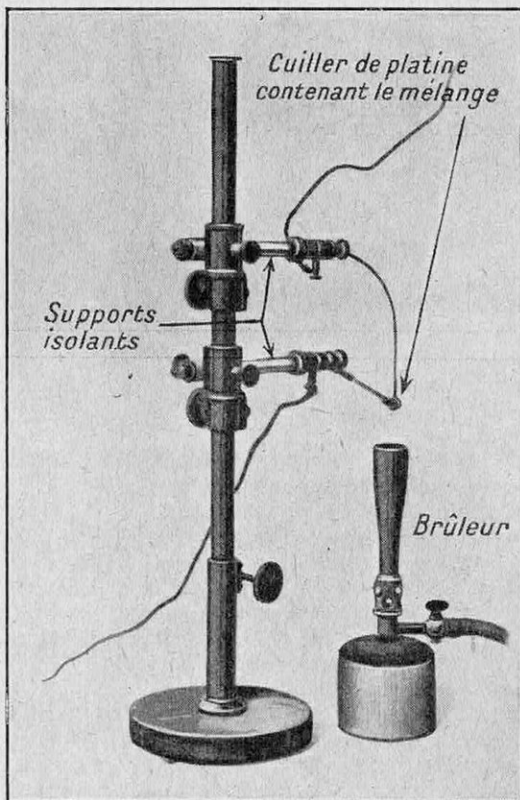
Quand vint la guerre, la pénurie de jumelles, de télémètres, d'objectifs photographiques se fit rudement sentir. Mais les constructeurs réagirent et, répondant à l'appel de l'État-major, parvinrent bientôt à fournir non seulement l'armée française, mais encore les armées alliées, y compris l'armée américaine. En 1916, le physicien A. de Gramont prenait l'initiative de

grouper les constructeurs et les savants intéressés à l'optique, et l'idée d'un institut spécialisé prit corps immédiatement. En 1919, cet institut était installé boulevard Montparnasse. C'est le même qui, aujourd'hui, s'installe dans l'immeuble moderne, parfaitement conçu, du boulevard Pasteur.

Il comprend trois sections : l'école supérieure, le laboratoire, l'école professionnelle.

Cette division correspond aux trois problèmes essentiels de l'optique, qui sont le calcul théorique, l'expérimentation et, enfin, l'exécution ouvrière.

L'Institut comporte, en somme, deux portes d'entrée. Sur l'une, accueillant les futurs ingénieurs opticiens, est inscrit le fameux avertissement de Platon : « Nul n'entre ici, s'il n'est géomètre. » L'autre porte est ouverte à l'apprenti manuel intelligent, habile, amoureux de sa tâche, laquelle doit consister à polir et repolir sans cesse son ouvrage, jusqu'à la perfection absolue. Les apprentis opticiens modernes trouveront à l'Institut d'optique les machines-types les plus perfectionnées, capables de mener de front le polissage d'une dizaine de prismes ou lentilles, jusqu'à l'approximation d'un quart de micron,

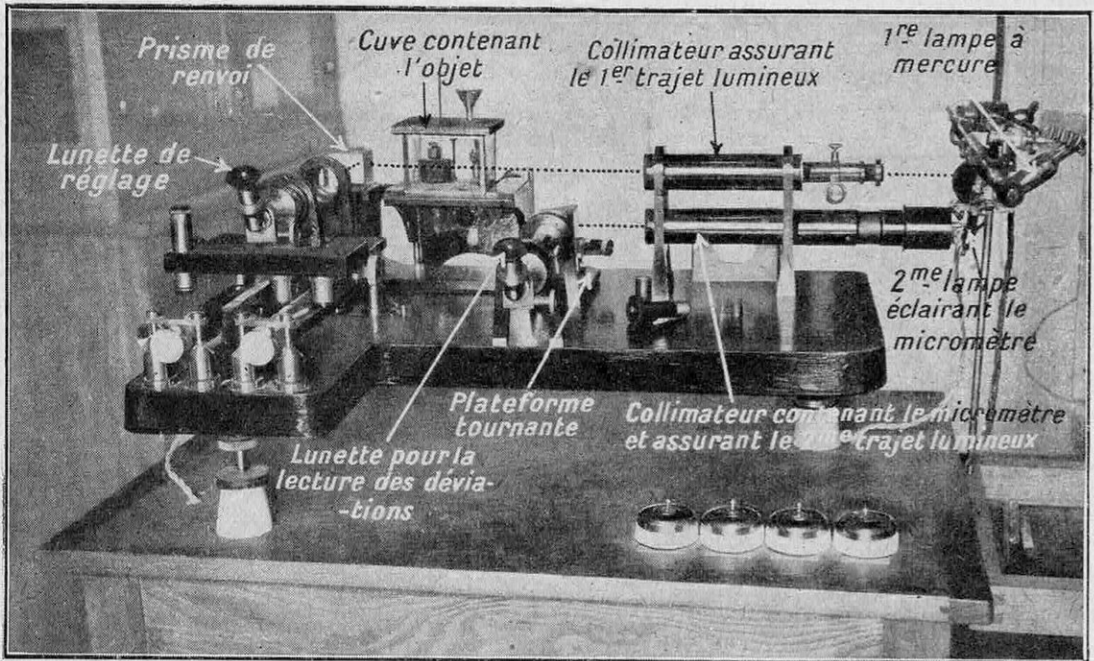


LA MÉTHODE DE L'ÉTINCELLE POUR L'ANALYSE SPECTROGRAPHIQUE DES SELS EN FUSION

Dans ce dispositif, l'étincelle jaillit sur le sel placé dans une petite cuiller de platine, où il entre aussitôt en fusion en fournissant l'illumination suffisante pour la spectrophotographie. Par ce procédé ultrasensible, A. de Gramont a pu identifier, dans des aciers, par exemple, des traces infinitésimales de vanadium.

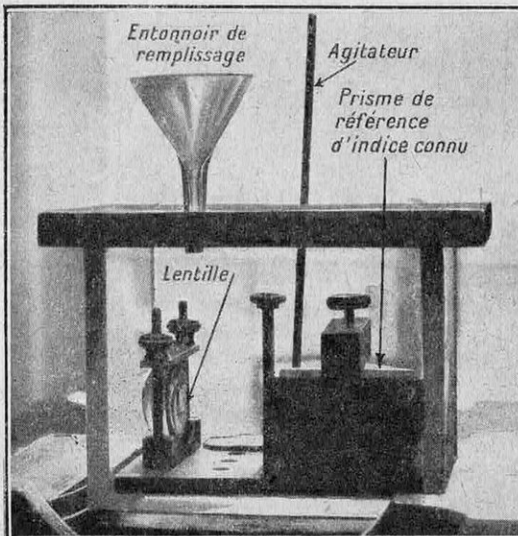
soit 0,25 millième de millimètre.

Les calculateurs, eux, travaillent surtout avec une table de logarithmes et des machines à calcul. Sur une coulée de verres spéciaux (d'une demi-tonne chacune), ils prélèvent idéalement des lentilles et des prismes, et ils agencent les courbures, les angles et les épaisseurs, de manière à résoudre au moyen de ces verres *concrets*, dont la masse disponible est limitée, dont l'indice de réfraction est déterminé à plusieurs déci-



APPAREIL A MESURER LES INDICES DE RÉFRACTION

Il s'agit ici d'une méthode originale réalisée, sous la direction de M. Charles Fabry, par M. Roux, préparateur à l'Institut. C'est la « méthode par immersion ». La lentille du verre dont on veut mesurer l'indice de réfraction est plongée dans une cuve transparente que l'on remplit d'une solution liquide. Cette solution est portée, par concentration progressive, jusqu'à posséder exactement le même indice que la lentille, ce qui est atteint quand tout effet optique de la lentille est annulé relativement au liquide. La cuve contient encore un prisme de référence, d'indice connu. On lance un rayon lumineux (par le collimateur supérieur) sur le parcours prisme-liquide-lentille et on le reçoit dans la lunette de réglage (à gauche) qui sert précisément à apprécier le moment où l'indice est commun entre la lentille et le liquide. Mais, à ce moment, si la lentille immergée est « invisible » par suite de la communauté d'indice, le prisme de référence, lui, ne l'est pas. Son indice propre se traduit par une déviation dont est affecté le rayon lumineux. Il s'agit de déceler cette déviation. C'est ce que l'on fait par la rotation d'une plate-forme tournante portant deux prismes à réflexion totale qui renvoient dans une lunette de mesure le rayon lumineux réfracté. Avec la déviation ainsi mesurée et connaissant l'indice de réfraction du prisme, on calcule l'indice de réfraction de l'eau, qui est aussi, avons-nous dit, celui de la lentille. L'indice de la lentille est donc, à ce moment, parfaitement mesuré.

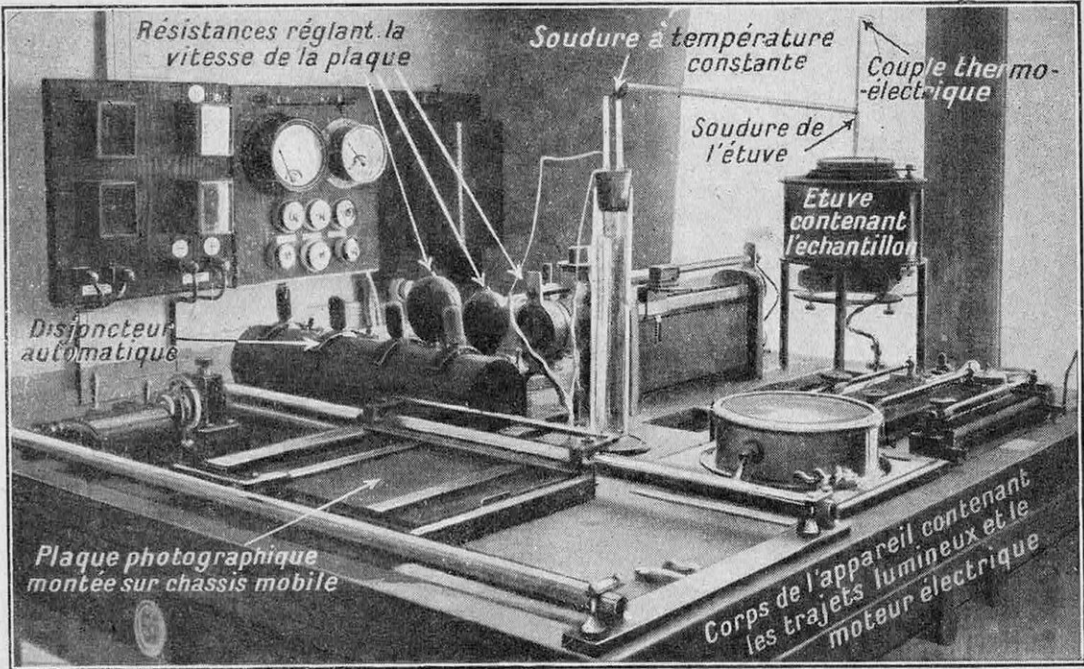


males, les appareils qu'on leur demande : une lunette astronomique, un télémètre, un périscope, un objectif photographique. Le calcul dure parfois douze mois. Après quoi, on réalise et on vérifie la réalisation, par l'essai au banc d'optique. Quand le stock de verre doit être renouvelé, les calculs sont repris, aboutissant à de nouvelles courbures, à de nouveaux angles... Ainsi de suite.

La liaison des trois échelons : calcul, expé-

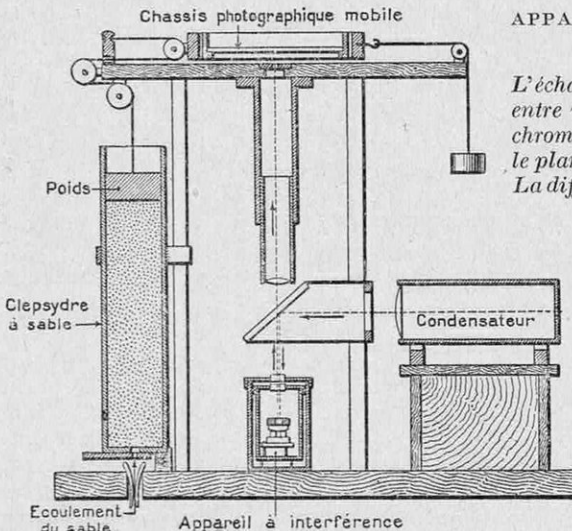
LA CUVE A IMMERSION DE L'APPAREIL CI-DESSUS

On aperçoit ici, en détail, les positions respectives de la lentille, dont il faut mesurer l'indice, et du prisme de référence. Le tout est immergé dans un mélange de sulfure et de tétrachlorure de carbone. En faisant varier la proportion de ces deux corps, on conduit le liquide à posséder l'indice de réfraction nécessaire, égal à celui de la lentille.



APPAREIL ENREGISTREUR MESURANT LA DILATATION DES VERRES

Le corps de l'appareil est constitué par un grand coffre, à l'intérieur duquel s'effectue le trajet optique du rayon lumineux chargé de produire les interférences qui serviront à la mesure des dilatations. (Voir, ci-après, le schéma de cette mesure interférentielle). L'échantillon du verre dont on mesure la dilatation est placé dans l'étuve située à droite, étuve dont la température se mesure par le couple thermoélectrique classique dont une soudure est maintenue à température constante dans une éprouvette, tandis que l'autre soudure plonge dans l'étuve. Le trajet optique réalisé dans le coffre vient frapper en dessous, par une fente, une plaque photographique montée sur châssis mobile. Ce châssis se meut horizontalement sous l'action d'un moteur électrique tournant régulièrement à une vitesse soigneusement réglée par des résistances (au début des essais, on utilisait une clepsydre). Dans son mouvement horizontal, la plaque enregistre les franges d'interférence causées par la dilatation de l'échantillon de verre porté à une certaine température. Il suffira de compter ces franges sur la plaque pour savoir, à deux dixièmes de micron près, de combien s'est dilaté l'échantillon. Des disjoncteurs automatiques coupent, quand la plaque est parvenue à fond de course, le circuit du moteur, les résistances de chauffage de l'étuve et les lampes. Ainsi, l'appareil, une fois mis en route, peut être abandonné à lui-même. La plus délicate des mesures s'effectue automatiquement par dix-millièmes de millimètre.



APPAREIL A MESURER LES DILATATIONS DE
M. ALBERT ARNULF

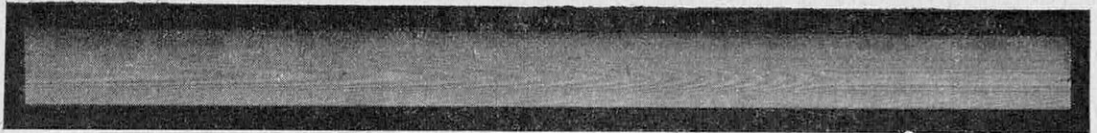
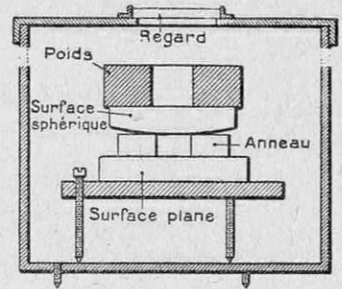
L'échantillon, en forme d'anneau, est placé dans l'étuve, entre un plan et une lentille. Un rayon lumineux monochromatique vient l'éclairer et produit entre la lentille et le plan les classiques anneaux d'interférence de Newton. La différence de chemin optique qui produit les interférences dépend de l'écartement des deux surfaces (la plane et la convexe). Cet écartement varie sous l'influence des dilatations de l'échantillon annulaire interposé. L'apparition de chaque frange nouvelle indique que l'échantillon s'est dilaté d'une demi-longueur d'onde, c'est-à-dire, ici, étant donnée la lumière employée (rouge), de deux dixièmes de micron. L'originalité de l'appareil consiste, ici, à compter les franges qui passent, par la photographie. Pour cela, la plaque se déplace devant une fente qui reçoit l'image des inter-

férences. La plaque se déplace à une vitesse connue. L'échantillon méthodiquement chauffé dans l'étuve se dilate, pendant que la plaque se déplace sur la fente. De sorte que, finalement, on peut rapprocher dans un parallélisme rigoureux le numéro d'ordre d'une frange et le degré thermométrique qui lui correspond dans l'étuve. Le coefficient de dilatation du verre se déduit aussitôt de ce rapprochement. L'appareil schématisé ci-dessus a été modifié dans sa construction réelle : la clepsydre chargée de mouvoir la plaque a été remplacée par un moteur électrique, l'étuve a été reportée sur la plate-forme de l'appareil.

rience, construction matérielle, ne se trouve nulle part mieux établie qu'en optique. La marine envoie à l'Institut ses miroirs de sextants pour qu'on en vérifie la « planéité ». Les constructeurs y envoient des échantillons de leurs verres, qu'on en mesure les coefficients d'absorption aux différentes lon-

ÉTUVE
DE L'APPAREIL
DE M. ARNULF

L'échantillon annulaire est placé entre une surface sphérique et une surface plane, entre lesquelles se produisent les « différences de marche » qui, dans le trajet d'un rayon lumineux monochromatique, produisent des interférences fort nettes. Remarque essentielle : dans le phénomène classique des anneaux de Newton, on peut apercevoir toutes les couleurs du spectre, si la lumière n'est pas monochromatique. Mais, précisément, pour la netteté de la mesure exigée ici, il faut une lumière de couleur aussi pure que possible. Ces lumières s'obtiennent seulement à notre époque de façon convenable.



UN CLICHÉ OBTENU DANS L'APPAREIL A MESURER LES DILATATIONS DE M. ARNULF

Les franges d'interférence accusent des intervalles dont chacun correspond à deux dixièmes de micron (demi-longueur d'onde de certaine lumière rouge).

gueurs d'ondes. D'autres confient à l'Institut leurs objectifs réalisés pour une dernière vérification. Des industriels demandent aux spectrographistes des analyses chimiques inaccessibles aux méthodes ordinaires. Des biologistes font analyser, de même, certaines préparations histologiques pour connaître les « traces » minérales qu'elles contiennent, traces d'un suprême intérêt pour l'étude, par exemple, du cancer.

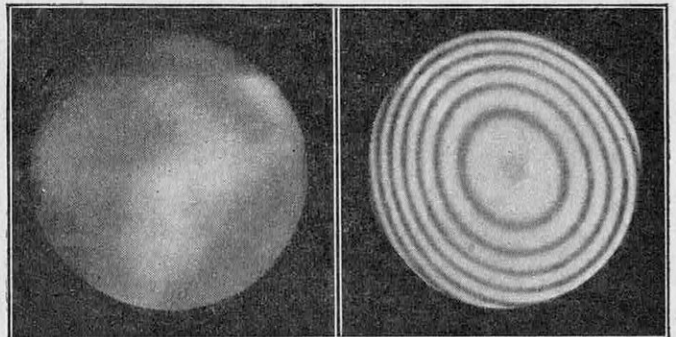
Pour donner une idée précise des travaux qui s'effectuent à l'Institut d'optique, nous décrivons quelques exemples d'appareils en expliquant les opérations auxquelles ils sont destinés.

Le choix de ces appareils nous a été conseillé par M. Ch. Fabry, directeur général de l'Institut d'Optique.

Les cours de l'École supérieure de l'Institut d'optique sont assurés par MM. Fabry, professeur à l'École Polytechnique et à la Sorbonne ; Cotton, membre de l'Institut ; Nicolardot, répétiteur à l'École polytechnique ; de la Baume-Pluvinel, Dr Polack,

Mouton, de l'Institut Pasteur ; Chrétien, de l'Observatoire de Nice. M. le colonel Devé rempli les fonctions de directeur et M. Guadet dirige la savante *Revue d'optique*, organe technique de l'établissement et dont l'autorité est devenue, aujourd'hui, mondiale.

VICTOR JOUGLA.



MÉTHODE DE VÉRIFICATION DES MIROIRS D'OPTIQUE

Si l'on applique l'une contre l'autre deux surfaces, dont l'une est rigoureusement plane et l'autre possède des défauts de planéité, on aperçoit, sous une certaine incidence de la lumière ordinaire, des anneaux colorés de Newton correspondant aux irrégularités. Si les anneaux sont absents, c'est que les deux surfaces coïncident et, comme l'une (surface de référence) est exactement un plan, l'autre (surface vérifiée) l'est aussi.

LE PHOSPHATE D'AMMONIAQUE ARTIFICIEL MENACE-T-IL LES SUPERPHOSPHATES NATURELS ?

Par R. CHENEVIER

Le problème de la fabrication des engrais chimiques constitue l'un des plus importants au point de vue industriel et agricole. Obtenir un produit dont la teneur en éléments fertilisants soit la plus élevée possible sous le volume le plus réduit, tel est le but à atteindre. On sait que les superphosphates employés actuellement résultent de l'action de l'acide sulfurique sur les phosphates naturels (phosphate tricalcique). Comme le prix de cet acide est de plus en plus élevé et comme, d'autre part, les éléments fertilisants sont surtout le phosphore, l'azote et la potasse, les chimistes orientèrent leurs recherches vers la fabrication des engrais de synthèse. La préparation synthétique de l'ammoniaque, grâce au savant allemand Haber, permet d'obtenir ainsi le sulfate d'ammoniaque et de fournir à la terre l'azote, mais seulement l'azote. Or, voici qu'en Allemagne, un nouveau progrès consiste à fabriquer le phosphate d'ammoniaque, beaucoup plus fertilisant que les superphosphates jusqu'ici employés et fournissant simultanément phosphore et azote. La fabrication de ce phosphate synthétique a, de plus, l'avantage de n'exiger aucunement l'intervention de l'acide sulfurique. On peut se demander quelle répercussion ce nouveau procédé chimique peut avoir sur l'industrie des superphosphates et, par suite, sur celle de l'acide sulfurique. Notre collaborateur expose ici, avec autant de précision que de clarté, comment est née l'industrie du phosphate d'ammoniaque et quelles sont, dans le domaine économique, les conséquences profondes de cette conquête de la chimie moderne.

Le problème des engrais chimiques constitue toute une politique

DANS la hiérarchie des problèmes qui se posent à l'attention de notre génération, celui des engrais occupe une place prédominante. De sa solution dépend, en majeure partie, l'issue de cette bataille du blé, qu'évoquait, ici même, M. Victor Boret. (Voir *La Science et la Vie*, n° 114, de décembre 1926). Bataille dont les conséquences ne sont plus à mesurer, tant elles sont vitales pour l'économie française.

Envisagé sous son aspect le plus général, le problème des engrais se réduit à ces simples termes : obtenir, sous le volume le plus réduit, la plus grande teneur en matières fertilisantes.

Expliquons-nous :

L'acide phosphorique, l'azote et la potasse sont les éléments essentiels que les engrais doivent apporter à la terre. Or, il n'est pas de produit naturel qui réunisse ces trois éléments. Les phosphates offrent l'acide phosphorique ; les nitrates, l'azote ; les sels de potasse, la potasse. De plus, ils n'existent pas à l'état pur, mais à l'état combiné. Ainsi, dans les phosphates, l'acide

phosphorique est-il combiné avec de la chaux ou de l'alumine. C'est dire, par conséquent, que, pour un poids et un volume déterminés, phosphates, nitrates et sels de potasse renferment autre chose que l'élément fertilisant, et que cet autre chose, non assimilable, est inutile à la terre qui le reçoit.

Étant inutile, il est onéreux. Car le prix élevé des transports, celui des emballages grèvent d'autant plus l'engrais que sa charge en matières fertilisantes est moindre. De plus, le coût de la manutention, de l'entrepôt, l'effort de distribution et de répartition ne sont pas négligeables. Et de tous ces frais accumulés résulte un prix de vente que l'agriculteur tient pour prohibitif, étant donné la quantité de produit réellement employé. Alors, plutôt que de payer plus que la valeur du service rendu, il préfère se passer de ce service, peiner double et récolter moins.

Jamais mieux n'est apparu ce fait que le prix limite la consommation. Mais jamais aussi les économistes n'ont été plus autorisés à se tourner vers les chimistes et à solliciter de la technique scientifique la solution d'un problème qui n'est autre, en fin de compte, qu'un problème de prix.

Une première étape : La fabrication industrielle des superphosphates

La voie dans laquelle s'orientèrent les techniciens ainsi sollicités fut, tout d'abord, celle du développement des teneurs. Après en avoir appelé aux investigations naturelles, après avoir mis en valeur les gisements qui, pour un volume déterminé, donnaient des teneurs maxima, ils portèrent leurs recherches sur les engrais phosphatés. En transformant le phosphate tricalcique insoluble ou phosphate de chaux en phosphate monocalcique, transformation assurée grâce au déplacement de l'acide phosphorique par l'acide sulfurique, ils obtinrent un produit second, d'une teneur supérieure en acide phosphorique, et aisément utilisable par l'agriculture. C'était, du point de vue technique, un premier progrès. Mais non du point de vue prix. Car l'acide sulfurique, dont l'intervention était nécessaire, figure parmi les produits coûteux.

Un second effort jeta les chimistes vers les engrais composés, c'est-à-dire les engrais dans la composition desquels on fait entrer de l'azote, de l'acide phosphorique et de la potasse. A l'époque, c'est-à-dire aux alentours de 1905, la tentative était par trop audacieuse. Ces engrais composés étaient formés de constituants dont deux, au moins, l'azote et la potasse, étaient onéreux ; puis la psychologie paysanne n'admettait pas cette novation. Quantitativement, ce fut un échec.

Une deuxième étape : La synthèse de l'ammoniaque constitue un essai de synthèse industrielle

Alors, les chimistes se tournèrent vers la synthèse où, depuis si longtemps, les conviaient les travaux de Marcelin Berthelot.

Dans cette voie, leur première et encore unique découverte fut celle de l'ammoniaque de synthèse. Au vrai, en la réalisant, en pleine guerre, Haber ne songeait point au pacifique problème des engrais. Mais une découverte de portée aussi générale vaut autant pour la paix que pour la guerre. Et, en 1919, les premiers engrais azotés de synthèse firent leur apparition.

Renfermant plus d'azote que les nitrates naturels, ils témoignèrent rapidement de leur valeur, et la courbe de leur consommation s'accrut sensiblement. Les 2.502.034 tonnes de sulfate d'ammoniaque consommées en 1924 contenaient, en effet, 500.410 tonnes d'azote ammoniacal, tandis que les 2.326.130 tonnes de nitrate de soude consommées la

même année ne contenaient que 360.550 tonnes d'azote nitrique. Techniquement donc, la synthèse l'emportait sur la nature. Première victoire, en passe d'être aujourd'hui suivie d'une seconde : la victoire commerciale.

Si puissant que soit cet effort de la science en quête de mieux, il ne constitue pas, néanmoins, le dernier cri de la recherche. Quoiqu'à plus forte teneur que le nitrate, le sulfate d'ammoniaque n'est encore qu'un engrais simple. Certes, il offre à l'agriculture l'azote à meilleur compte. Mais il ne lui offre que l'azote. L'engrais composé à teneur maximum et à volume minimum ne résulte point de la découverte d'Haber. Et, sous cet aspect, le savant allemand, suivi par d'autres, dont Claude et Cazale, laissait entier le problème. Parvenu au sommet de son progrès technique, le sulfate d'ammoniaque n'était plus l'objet que d'efforts industriels.

Une troisième étape a consisté à obtenir un engrais synthétique : le phosphate d'ammoniaque

Or, il y a quelque deux mois, les milieux industriels français apprenaient avec émotion que le trust allemand, l'*I. G. Farbenindustrie Actiengesellschaft*, tenait la clef du problème. L'engrais complet et bon marché était découvert. Et, d'ici la fin de 1927, sa naissance commerciale devait être enregistrée. Cet engrais, déjà baptisé phosphate d'ammoniaque, contiendrait 19 % d'azote et 47 % d'acide phosphorique. Son pouvoir fertilisant serait considérable, puisque 100 kilogrammes de phosphate d'ammoniaque équivaldraient à 350 kilogrammes de superphosphate et à 100 kilogrammes de sulfate d'ammoniaque réunis ; enfin, son volume serait très minime, puisque son emploi réduirait dans la proportion de 4,5 à 1 les charges de transport et d'emballage.

Ces qualités étonnantes et indéniables ont conduit les milieux industriels français à étudier l'origine de ce nouvel engrais, ainsi que les conditions dans lesquelles l'*I. G. Farbenindustrie* avait été amenée à en entreprendre la fabrication.

Le phosphate d'ammoniaque comporte deux éléments fertilisants, l'azote et l'acide phosphorique. Par le procédé Haber et par le développement qui a été donné à ce procédé durant la guerre, l'Allemagne, ainsi que le faisait remarquer M. Raymond Berr, directeur général des *Etablissements Kuhlmann*, au cours d'une conférence en date du 21 décembre 1926, l'Allemagne a l'azote à très bon marché. Ayant l'azote, il lui

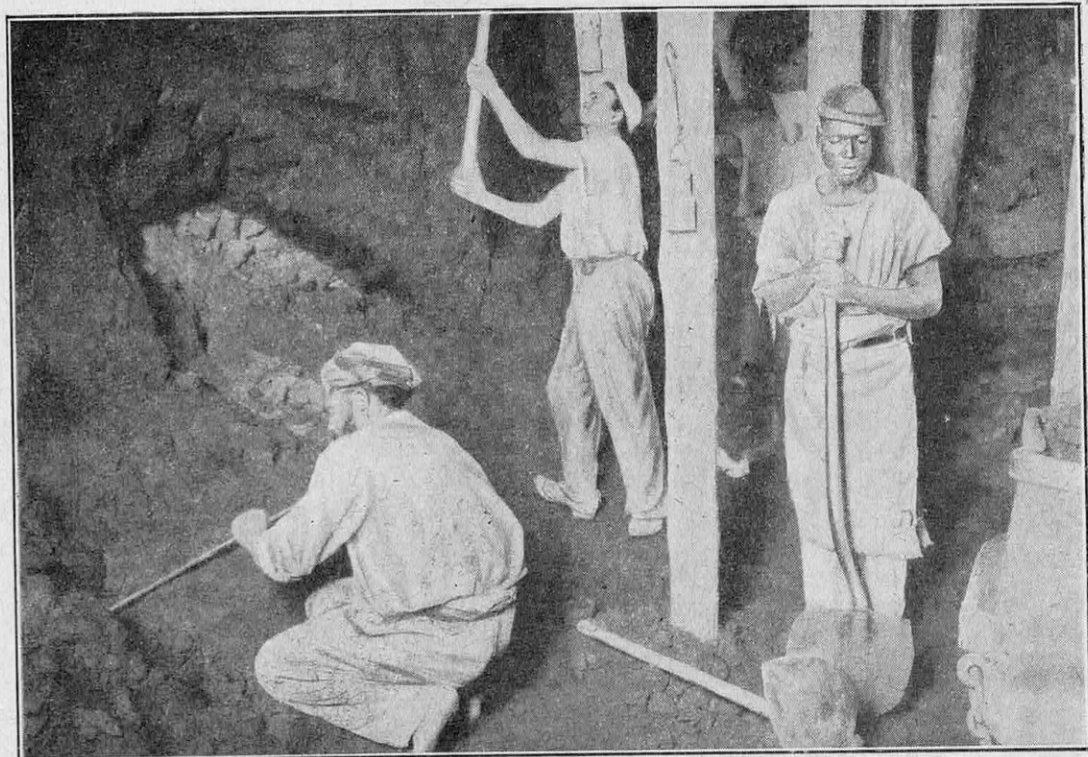
restait à obtenir à aussi bon compte de l'acide phosphorique.

Or, en 1923, un ingénieur américain, M. Liljenroth, commençait des expériences qui devaient le conduire à l'obtention économique de l'acide phosphorique.

M. Liljenroth entreprit, tout d'abord, d'oxyder le phosphore par la vapeur d'eau. Ainsi, il obtenait de l'acide phosphorique et de l'hydrogène. L'opération avait lieu à de hautes températures, 900° environ, dans

Enfin, l'inventeur admit l'introduction d'air (oxygène plus azote) simultanément avec la vapeur d'eau, le rôle de l'oxygène étant d'oxyder. A la sortie, et par suite des proportions introduites, on recueille un mélange propre à la fabrication de l'ammoniaque : l'hydrogène provenant de la vapeur d'eau décomposée.

Ce procédé, qui fit l'objet de trois brevets échelonnés sur 1923 et 1924, parut intéressant à l'I. G. Farbenindustrie, qui en acquit



ABATAGE DE PHOSPHATES DANS LES MINES DE METLAOUI (GAFSA, TUNISIE)

des chambres en lave de volvie. Mais M. Liljenroth s'aperçut bientôt qu'à cette température l'acide phosphorique formé attaquait les parois, donnant lieu à un acide phospho-silicique insoluble, qu'il fallait enlever au pic.

Pour remédier à cet inconvénient, M. Liljenroth chercha à abaisser la température de réaction par l'emploi de catalyseurs (1) constitués de métaux du huitième ou du sixième groupe du système périodique, ou d'un métal noble ou « semi-noble » du premier groupe, ou encore d'un oxyde de ces métaux. Ainsi, il obtint l'acide phosphorique dans les conditions désirées.

(1) Voir dans le n° 112, d'octobre 1926, de *La Science et la Vie* : « Qu'est-ce que la catalyse ? » de Marcel Boll.

la licence pour l'Europe, et sans désemparer, avec l'esprit de décision coutumier aux industries allemandes, en entreprit le montage dans ses usines. Une usine, à Pisteritz, est équipée pour produire 100 tonnes par jour de phosphore élémentaire au four électrique. Une autre, l'usine de Leuna, est outillée pour recevoir le phosphore ainsi formé et en assurer la transformation en acide phosphorique, selon le procédé Liljenroth. La conversion du phosphore produira, outre l'acide phosphorique, de l'hydrogène. Cet hydrogène sera utilisé sur place pour la synthèse de l'ammoniaque, cependant que l'acide phosphorique sera transformé en engrais à base de phosphate d'ammonium.

Cela posé, voyons le cycle complet d'opé-

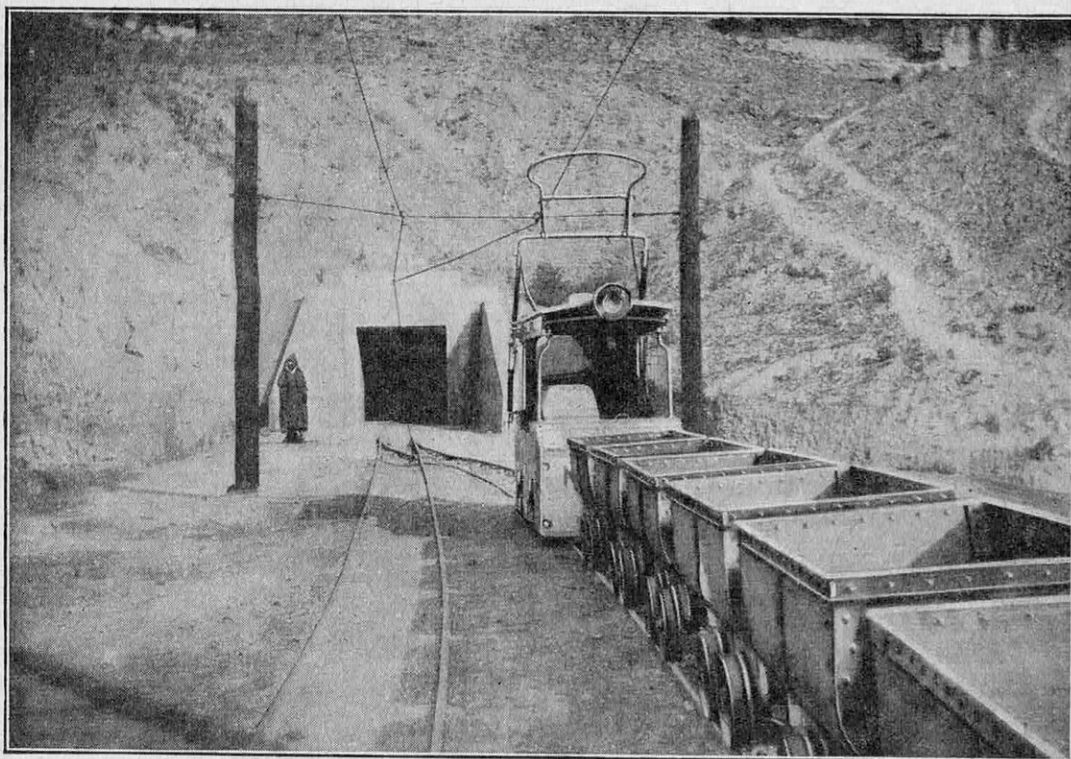
rations auxquelles donne lieu la fabrication du phosphate d'ammoniaque.

Première opération : traitement du phosphate de chaux ou phosphate tricalcique par la silice, en présence de coke. Ce traitement provoque la formation du phosphore, de silicate de chaux et d'oxyde de carbone.

Seconde opération : combustion du phosphore dans l'air, selon le procédé Liljenroth. Opération qui donne naissance à de l'azote et à de l'acide phosphorique.

de la seconde opération et de l'hydrogène résiduaire de la quatrième, lequel hydrogène est issu, à son tour, de l'oxyde de carbone résiduaire de la première opération.

Ainsi donc, industriellement, le phosphate d'ammonium est de fabrication économique. Qualitativement, il est d'une classe supérieure, puisqu'il joint à l'avantage d'être un engrais composé celui d'une haute teneur sous un faible volume. Dernière qualité qui accroît encore son intérêt commercial. Enfin,



ENTRÉE D'UNE MINE DE PHOSPHATE NATUREL ET TRAIN ÉLECTRIQUE SERVANT AU TRANSPORT DU MINÉRAI VERS LES USINES QUI LE TRANSFORMENT EN SUPERPHOSPHATE

Troisième opération : neutralisation de l'acide phosphorique par l'ammoniaque, d'où naissance du phosphate d'ammoniaque.

Enfin, quatrième opération, de moindre importance que les précédentes : traitement de l'oxyde de carbone, produit au cours de la première opération, par la vapeur d'eau, d'où hydrogène. Cette dernière opération appartenant, du reste, au cycle Liljenroth.

Ainsi donc, et étant donné que l'ammoniaque est formé de trois molécules d'hydrogène pour une molécule d'azote, on aperçoit de suite l'économie des réactions ci-dessus et, partant, l'économie de la fabrication. Au total, un unique résidu : le silicate de chaux. Tous les autres produits sont utilisés : l'ammoniaque est formé de l'azote résiduaire

quantitativement, son apparition sur le marché se fera en tonnages importants et dans un délai relativement bref.

En effet, l'usine de Pisteritz est équipée, avons-nous dit, pour produire 100 tonnes de phosphore par jour. Or, 30 tonnes de phosphore représentant les matières premières de 450 tonnes de superphosphates et de 100 tonnes de sulfate d'ammoniaque, 100 tonnes de phosphore représenteront celles de 1.500 tonnes de superphosphates et d'environ 333 tonnes de sulfate d'ammoniaque.

Envisagées sous un autre aspect, ces données chiffrées permettent d'augurer que les quantités de phosphate d'ammoniaque jetées sur le marché, avec une production de 100 tonnes par jour de phosphore, équiva-

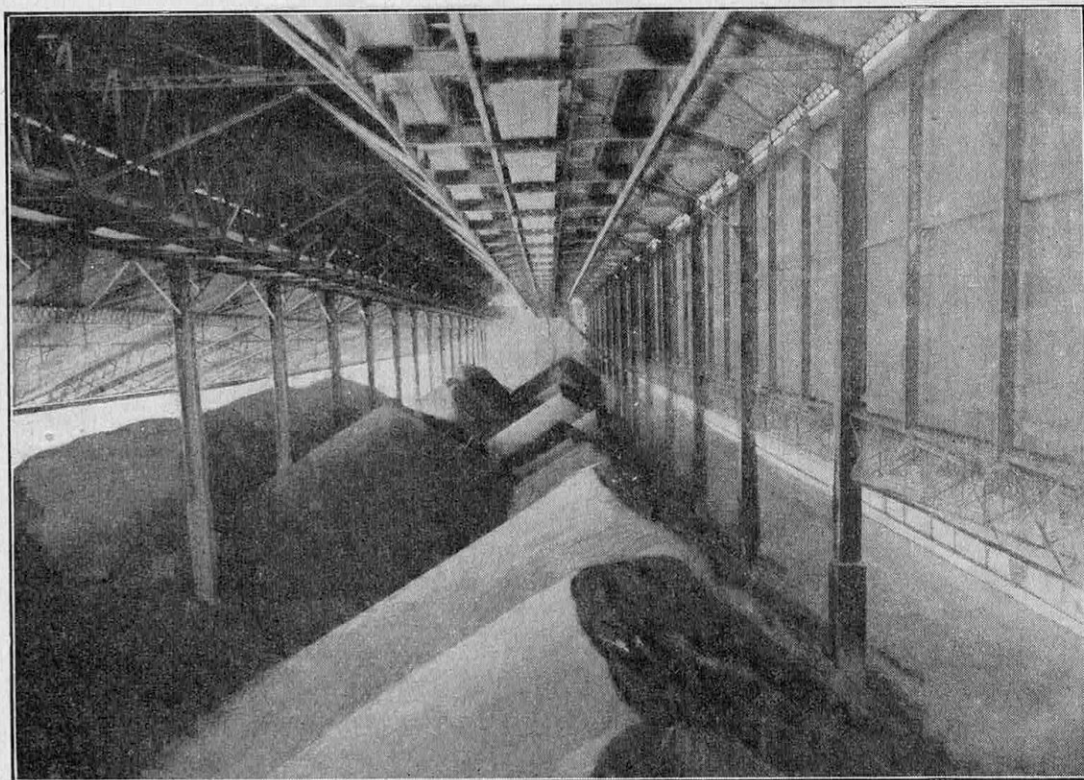
dront à plus de 540.000 tonnes de superphosphates et à environ 120.000 tonnes de sulfate d'ammoniaque.

L'industrie du phosphate d'ammoniaque synthétique peut-elle menacer celle des superphosphates ?

Incontestablement donc, cet engrais nouveau, dont la valeur est si évidente au triple point de vue des prix, de la qualité et de la quantité, constitue une menace,

La potasse pure, qui entre dans leur composition, entrera, désormais, dans l'engrais futur, engrais qui, véritablement, méritera le nom d'engrais complet, auquel songe déjà l'*I. G. Farbenindustrie*, et qui comportera 13 % d'azote, 10 % d'acide phosphorique et 13 % de potasse.

De même, les phosphates ne seront pas atteints. Rarement employés à l'état direct, ils participeront avec autant de nécessité à la fabrication du phosphate d'ammoniaque



LE PHOSPHATE EST EMMAGASINÉ DANS DE VASTES HANGARS

menace terrible, dont deux industries risquent d'être cruellement atteintes : celle des superphosphates et, accessoirement, par ricochet, l'industrie de l'acide sulfurique qui intervient dans leurs fabrications.

Les autres industries d'engrais seront moins touchées. Néanmoins, celle des nitrates, déjà virtuellement dépossédée de son marché par le sulfate d'ammoniaque, le sera tout à fait le jour où la production du phosphate d'ammoniaque ne sera plus limitée à l'Allemagne. Pareillement, le sulfate d'ammoniaque souffrira de la concurrence, mais son azote trouvera à se réemployer dans le nouvel engrais. Les potasses ne sont point en cause, sinon qu'elles ne seront plus d'un emploi général en tant qu'engrais simple.

qu'ils participent encore à celle des superphosphates.

Demeurent donc seulement sur la ligne d'incidence du phosphate d'ammoniaque, les superphosphates et leur annexe, l'acide sulfurique.

Où en est cette puissante industrie des superphosphates ?

L'industrie des superphosphates est aujourd'hui parvenue à maturité. Son développement a suivi fidèlement la courbe de consommation des engrais, en même temps que la découverte, puis la mise en œuvre des gisements phosphatiers du bassin nord africain. Ces gisements, d'une grande richesse, offrant un minerai presque dépouillé de

toute impureté et d'une mouture facile, alimentent de matière première la presque totalité des usines françaises de superphosphates. Celles-ci, au nombre de quatre-vingt-six, réparties principalement au nord, sud-ouest et sud-est du territoire français, ont produit, en 1924, environ 2.304.100 tonnes. Production légèrement accrue de 350.000 tonnes sur celle de 1913 et suffisante pour la consommation qu'elle couvre avec une marge en excédent de 200.000 tonnes, prévue pour l'exportation. Industriellement donc, la situation des superphosphates est satisfaisante.

Quelques détails intéressants sur la fabrication industrielle des superphosphates

Techniquement, la fabrication des superphosphates est parvenue à un certain degré de perfection, dont les prix de vente devraient se ressentir si l'acide sulfurique nécessaire

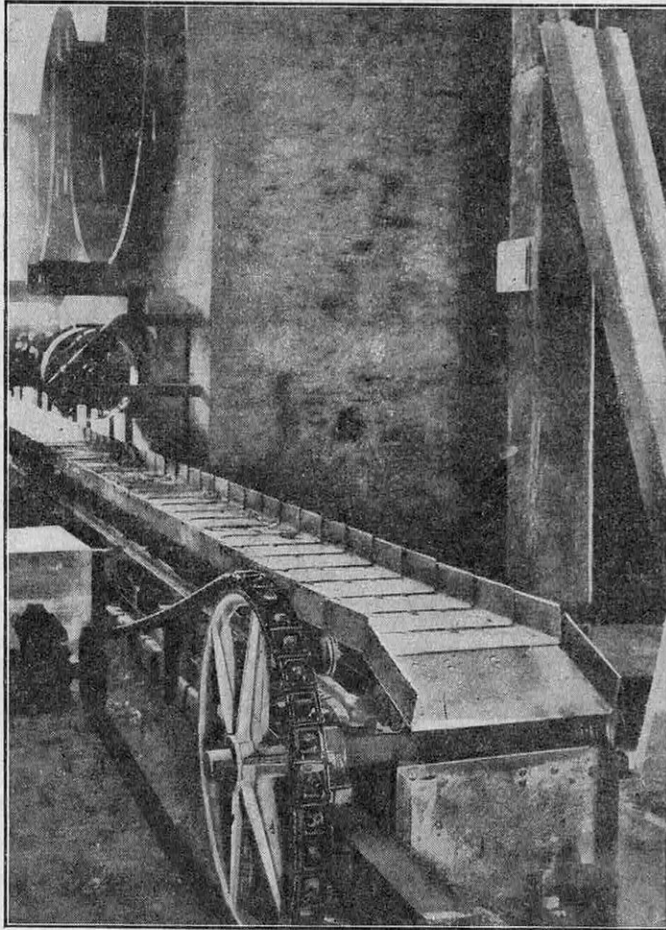
n'était pas si coûteux. Quelques détails sur cette fabrication ne seront point superflus, tant pour démontrer combien peut être vain l'effort de la science dans un domaine quand, dans un autre, elle marche soudain à pas de géant, que pour mettre en lumière la qualité et la nécessité des interventions qui sont à la base du prix de revient.

Sitôt extraits de la mine, les phosphates, qui ont, le plus souvent, une forte teneur en eau, 8 à 12 %, subissent une dessiccation, dont l'objet est de réduire le taux de cette teneur et de le fixer à 3 ou 4 %. Dessiccation

qui se fait l'hiver dans des fours rotatifs, et l'été, à l'air libre, avec la seule intervention bienfaisante du facteur soleil. Séché, le phosphate est ensuite broyé. Opération fort délicate, étant donné la variété de qualité des phosphates, dont les uns sont durs, les autres friables et dont le volume varie depuis celui du grain de sable jusqu'à celui de la grosse

roche. Certains phosphates en roche ne peuvent, du reste, être broyés directement. Il faut, préalablement à tout broyage, les passer et les réduire dans des concasseurs à mâchoires.

On ne saurait imaginer combien la mise au point d'un broyeur économique, travaillant industriellement sur de grandes quantités et donnant un phosphate moulu, mais non en poussière, a été longue et difficile. Aujourd'hui s'emploie de plus en plus le broyage automatique à l'aide de moulins rapides et dont l'économie est d'autant plus



INSTALLATION « WENK » POUR LA VIDANGE AUTOMATIQUE ET MÉCANIQUE DES CAVES A SUPERPHOSPHATE

grande que le débit est plus accéléré.

Une fois moulu, le phosphate est tamisé. Aux classiques blutoirs et aux tables à secousses, qui ne laissaient passer à travers les espaces libres de toiles métalliques que les matières fines, ont succédé les séparateurs à air. Un courant d'air, dirigé sur le mélange moulu, chasse les parties fines vers un compartiment dont elles s'échappent ensuite par une poche d'évacuation, tandis que les parties grosses, les gros grains, tombent directement dans une autre sortie. Ce système très simple a cependant un inconvé-

nient : si le courant d'air est trop violent, une fraction des gros grains se trouve entraînée avec ses parties fines.

Ainsi tamisé, le phosphate moulu est ensuite stocké en de grands silos. De puissants élévateurs montent la poudre à hauteur des silos, dans lesquels elle est répartie par les soins d'une hélice hélicoïdale.

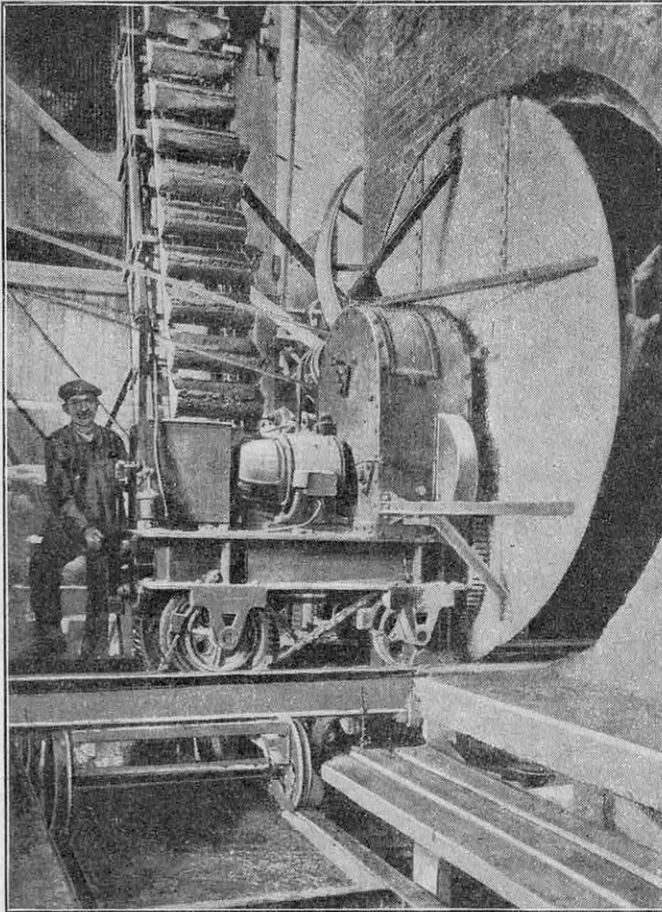
Parvenu à ce point de son traitement, le phosphate naturel, qui n'a subi encore que des interventions mécaniques et point d'interventions chimiques, est apte à l'usage fertilisant. Pratiquement, il n'est que rarement livré à la terre sous cette forme directe. Un second traitement, traitement chimique, lui est infligé, qui le valorise et multiplie ses propriétés fertilisantes. A l'issue de ces opérations, le produit a changé de caractère : il n'est plus du phosphate naturel, mais du phosphate industriel ou, si l'on préfère, du superphosphate.

L'objectif auquel doit atteindre le fabricant de superphosphates est double : d'une part, il lui faut parvenir à une utilisation maximum de l'acide phosphorique du phosphate traité, et, de l'autre, il lui faut livrer à l'agriculteur un superphosphate facile à distribuer et à répartir.

Dans la poursuite de cet objectif entrent des éléments malaisément appréciables, qui relèvent de ce qu'on nomme « le tour de main », en l'espèce, le choix des phosphates à employer, l'utilisation d'une même qualité de phosphate ou le dosage chimique de plusieurs qualités et, enfin, la détermination

du degré de l'acide sulfurique à employer.

Primitivement, l'opération de début, qui consiste à mélanger l'acide sulfurique avec le phosphate, se faisait à la manière des cimentiers préparant le ciment. Sur une surface plane, on étendait, puis mélangeait les quantités déterminées de deux éléments. Le malaxage manuel était long, le débit minime, et, par suite, le prix de revient élevé.



AUTRE VUE DE LA MÊME INSTALLATION MONTRANT L'OUVERTURE DE LA CAVE A SUPERPHOSPHATE

L'intervention de malaxeurs mécaniques à palettes obvie à ces inconvénients. Chargé de phosphates d'une finesse et d'une composition chimique soigneusement établies, pourvu d'acide d'un degré parfaitement adapté à la qualité du phosphate traité, le malaxeur accomplit son office. Ses palettes, sans cesse en mouvement, assurent l'homogénéité du mélange, la pénétration parfaite du phosphate par l'acide.

Travaillant à l'origine en discontinu et ne pouvant traiter par opération que 300 ki-

logrammes de phosphate moulu, le malaxeur travaille aujourd'hui en continu, et son débit ressort à 10, à 15 tonnes à l'heure. L'arrivée des produits est réglée par une vis d'Archimède pour le phosphate et par une vis graduée pour l'acide sulfurique. Des canaux latéraux absorbent le trop-plein quand il se produit. Enfin, un orifice placé à la base du malaxeur permet de vidanger l'appareil de fond en comble, une fois l'opération terminée.

Ainsi commencé dans le malaxeur, le travail de décomposition du phosphate par l'acide sulfurique, de déplacement de l'acide

phosphorique, se poursuit et se complète dans des fosses.

Si le degré de l'acide, sa température correspondent parfaitement à la composition chimique du phosphate traité, c'est un véritable magma, ni trop épais, ni trop dilué, qui s'échappe du malaxeur et se déverse dans la fosse. Comme pour le malaxage, le travail de la fosse, travail de séchage et de solidification du magma, se fait mécaniquement. Quand la solidification est terminée, il demeure à extraire de la fosse le bloc de superphosphate. Cette opération porte le nom de décaillage. Elle s'accomplit de diverses manières, selon que le décaillage du superphosphate se fait en tranches verticales ou en tranches horizontales.

L'un des systèmes les plus pratiques est la fosse Wenk. En forme de cylindre horizontal, cette fosse reçoit le magma. Une fois solidifié, des couteaux montés sur quatre bras verticaux et tournant autour d'un arc horizontal, se mettent en mouvement. D'une longueur égale au diamètre du cylindre, ils découpent le superphosphate, cependant que des palettes le ventilent et hâtent le décaillage qui s'effectue par la porte de devant du cylindre.

En face de cette porte se trouve un tablier sans fin sur lequel tombe le superphosphate découpé. Ce tablier aboutit à un autre tablier qui lui est perpendiculaire. Celui-ci reçoit le superphosphate, le conduit, puis le verse dans la fosse d'un élévateur, lequel, une fois chargé, le monte au magasin.

L'économie de ce procédé, qui a l'avantage d'effectuer mécaniquement toute cette gamme d'opérations, est considérable. On a calculé que pour mettre ainsi en magasin 100 tonnes de superphosphates en huit heures, quatre hommes seulement étaient nécessaires, tandis qu'avec des appareils à main, il en fallait quinze pour emmagasiner le même tonnage dans le même temps.

Parvenue à ce stade de développement, la fabrication du superphosphate est complètement achevée. Néanmoins, comme le produit doit être parfaitement sec au moment de son emploi, un séchage est opéré. Diverses méthodes sont employées : courant d'air chaud, broyage à chaud dans la fosse, élimination de l'excès d'eau par du plâtre cuit ou, encore, fixation de l'acide phosphorique par des craies phosphatées en poudre ou par la chaux. Ces divers procédés donnent, d'ailleurs, des résultats satisfaisants.

Cette fois, c'en est terminé. Si les opérations se sont normalement déroulées, c'est-à-dire si la température de l'acide, son degré

de dilution ont été soigneusement adaptés au phosphate choisi, si encore la présence dans ce phosphate de sesquioxyde de fer et d'alumine n'est point trop importante, alors, le superphosphate est de bonne qualité, de certaine conservation, et il peut être stocké ou distribué au semoir mécanique.

Pourquoi les superphosphates sont-ils chers pour l'agriculture ?

L'aisance avec laquelle s'effectue ce cycle de fabrication, l'intervention à chaque instant de facteurs mécaniques qui réduisent le travail de la main-d'œuvre, laissent à croire que le superphosphate, s'il est un engrais de qualité, est également un engrais bon marché.

Or, il n'en est rien. Son prix est, au contraire, sensiblement élevé. Élévation qui accentuera son désavantage sur le phosphate d'ammoniacal, car la consommation agricole, assez peu sensible aux questions de qualité, l'est, par contre, beaucoup plus aux questions de prix.

Actuellement, 100 kilogrammes logés de superphosphates 14 %, franco gare acheteur valent 30 fr. 75. Le prix de revient de ces 100 kilogrammes s'établit ainsi :

Phosphate, 56 kilos :	
Valeur à la mine.....	2,14, soit 7 %
Transport et impôts.	5,07, soit 16,5 %
Pyrites, 30 kilos, à	
147 francs la tonne.	4,41, soit 14,3 %
Charbon, 15 kilos à	
250 francs la tonne...	3,75, soit 12,2 %
Sacs	5 soit 16,3 %
Total	20,37

La marge entre ce prix de revient partiel et 30 fr. 75, prix de vente, représente la main-d'œuvre, l'entretien et l'amortissement de l'usine, les frais généraux, le crédit et, naturellement enfin, le bénéfice du superphosphatier.

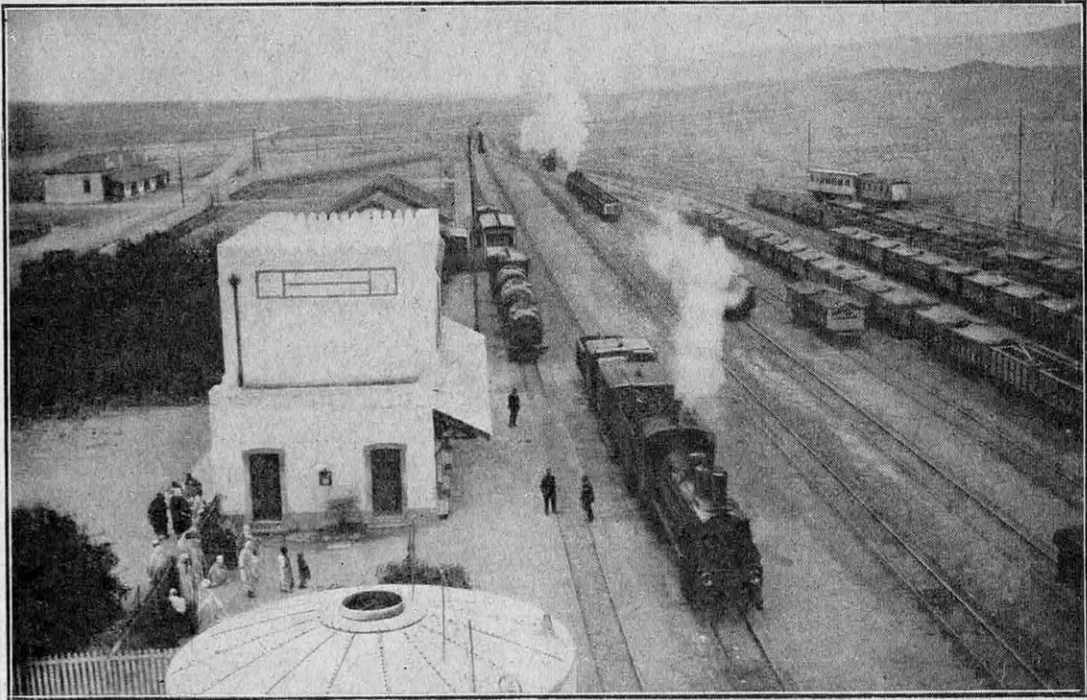
Dans ce prix, la valeur des phosphates engagés est assez minime, n'étant que trois fois la valeur d'avant-guerre. Par contre, celle de l'acide sulfurique est de neuf fois la valeur de 1914. Coefficient extrêmement élevé et qui, joint aux hauts prix du combustible et des sacs, handicape le superphosphate et limite sa consommation.

Et comme, en matière d'engrais, l'infériorité de prix prime l'infériorité de qualité, il en résulte que seul un affaiblissement considérable de tous les postes de l'évaluation ci-dessus, serait de nature à prolonger la vie commerciale des superphosphates en incitant les agriculteurs à les utiliser.

Les découvertes chimiques peuvent bouleverser les marchés du monde : l'industrie de l'acide sulfurique en subira-t-elle l'incidence ?

Mais la situation embarrassée qui est la leur est peut-être plus avantageuse encore que celle de l'acide sulfurique. Celui-ci ne se maintiendra que dans la proportion où se maintiendront les superphosphates. A envisager le pire, comme l'a envisagé M. Raymond

de le dire, n'est point immédiate, se réalise à plus ou moins brève échéance, et c'est une perturbation considérable apportée à l'économie de marchés qui, jusqu'alors, paraissaient inébranlables. C'est le renversement de situations péniblement acquises, lentement édifiées par des efforts parfois séculaires. En 1826, en effet, Frédéric Kuhlmann mettait en marche, à Loos-lès-Lille le premier atelier d'acide sulfurique. Autour de ce noyau modeste devait se cristalliser une industrie



LA GARE DE METLAOUI (GAFSA, TUNISIE) EST LE POINT DE DÉPART DE NOMBREUX TRAINS DE SUPERPHOSPHATES

Berr, au cours de sa conférence du 21 décembre 1922, c'est presque un million de tonnes d'acide sulfurique que le phosphate d'ammoniaque laisserait sans emploi. Un million de tonnes, cela représente les deux tiers de la production française actuelle et également de la consommation. Cela représente un chiffre d'affaires annuel de trois cents millions. Cela représente enfin des usines considérables et coûteuses et dont l'amortissement intégral et définitif devra, le cas échéant, être pris sur les bénéfices d'autres fabrications.

Mais la menace ne vise pas que l'acide sulfurique. Le même coup qui l'atteint atteint également les pyrites. Sept cent mille tonnes de pyrites demeureront, elles aussi, sans emploi.

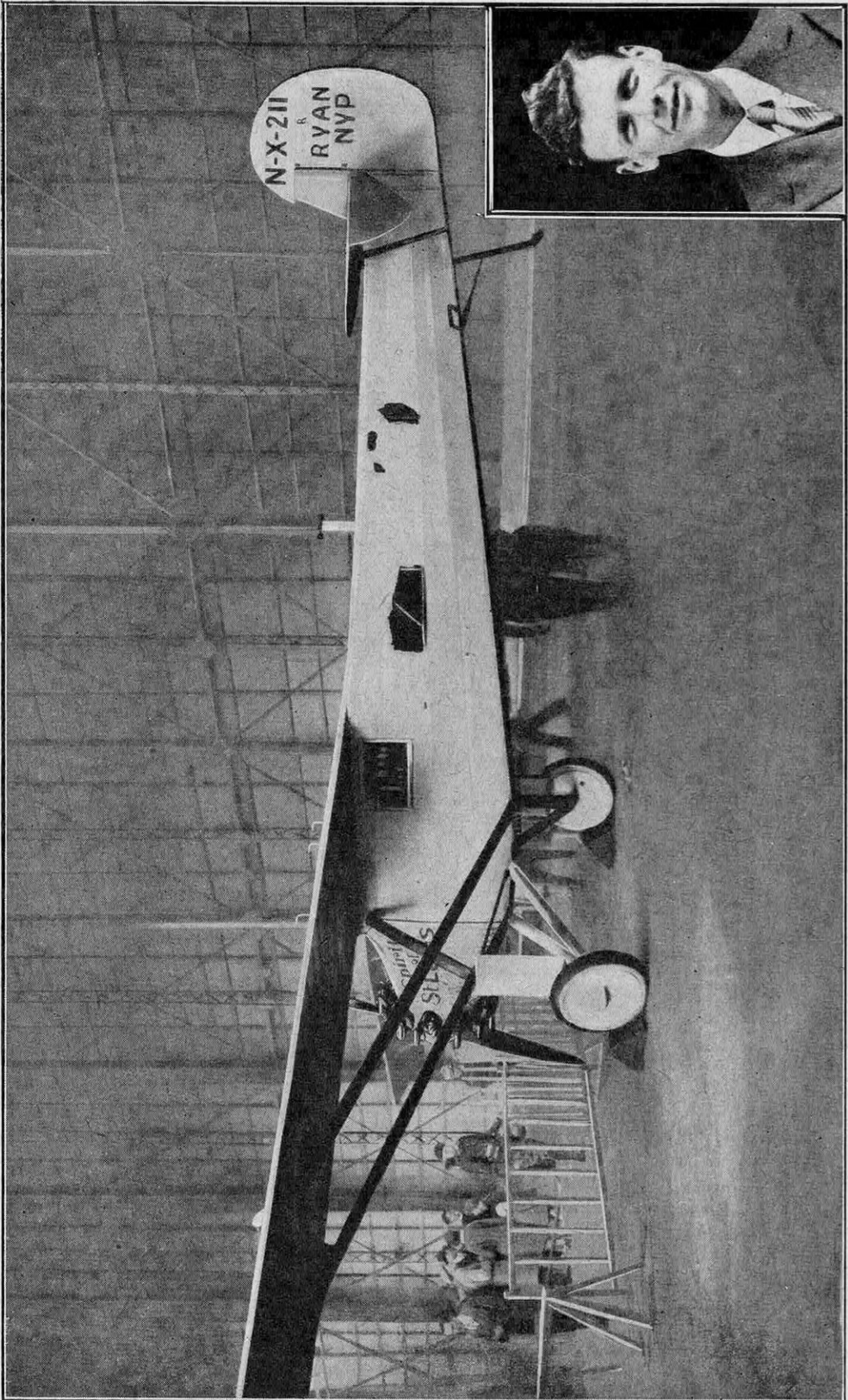
Que cette perspective, qui, hâtons-nous

de plus en plus puissante et de plus en plus perfectionnée.

Mais la marche de la science est telle que rien ne prédit par avance la déchéance d'un produit. Si la recherche est lente, la découverte est brutale. Et c'est pourquoi il n'est pas de vie industrielle tranquille et assurée. Il n'est pas de succès certain d'un lendemain définitif. Solvay a supplanté Leblanc. Thomas a dépassé Bessemer. Ainsi, demain, le phosphate d'ammoniaque rejettera à un plan inférieur les superphosphates et, avec eux, l'acide sulfurique et ses pyrites. Après quoi viendra, pour le phosphate d'ammoniaque, le jour de la déchéance. Un engrais plus complet, plus économique, surgira et s'imposera. Telle est la loi de la science.

Telle est aussi la loi de la vie.

R. CHENEVIER.



L'AVION DE LINDBERGH A SON ARRIVÉE AU BOURGET. SUR LA CARLINGUE ON APERÇOIT LE TUBE PORTANT L'HÉLICE DU COMPAS MAGNÉTIQUE ET, EN AVANT DE L'AILE, LES TUBES PÉRISCOPIQUES. — EN MÉDAILLON, LE CAPITAINE CHARLES LINDBERGH

NEW YORK-PARIS D'UN COUP D'AILE

Par Charles BRACHET

En 1909, un avion monoplan, monomoteur, à hélice par devant, à refroidissement par air, à 3 cylindres en étoile, franchissait les 30 kilomètres de la Manche en trente minutes, soit à la vitesse de 60 kilomètres à l'heure, avec un moteur de 18 ch seulement. En 1927, un avion également monoplan monomoteur, à refroidissement par air, à 9 cylindres en étoile, de 230 ch franchissait, d'un seul élan, les 5.800 kilomètres qui séparent New York de Paris-Le Bourget, en trente-trois heures vingt, soit à une vitesse moyenne de près de 175 kilomètres à l'heure. De tels chiffres, enregistrés à dix-huit ans de distance, suffisent à montrer les progrès accomplis dans la construction mécanique par les techniciens du moteur et de l'avion. Deux ans après cette traversée de la Manche par Blériot, le premier service postal était établi entre la France et l'Angleterre. Il n'est peut-être pas trop présomptueux d'envisager, dans un laps de temps comparable, l'exploitation commerciale au-dessus de l'Atlantique se substituant au raid sportif. C'est la tâche qui incombe à nos ingénieurs spécialisés dans la mécanique aérienne, qui ont su déjà accomplir de tels progrès techniques, et, sans eux, les navigateurs les plus audacieux n'auraient pu atteindre le but visé. Dans ce numéro de LA SCIENCE ET LA VIE, nous avons voulu, en quelque sorte, indiquer les réalités d'hier et les possibilités de demain, et exposer, tout d'abord, les opinions des hommes dont le nom fait autorité dans l'art et la science, soit du constructeur, soit du navigateur. Un aviateur tel que le capitaine Fonck, un constructeur tel que l'ingénieur Bréguet, étaient particulièrement qualifiés pour nous montrer la voie où pourra s'engager l'aviation commerciale, à la suite des pionniers de l'air qui en ont déjà jalonné les premières étapes. D'ores et déjà, il est acquis que la navigation aérienne a sa technique comme la navigation maritime, puisqu'un aviateur isolé à bord d'une machine bien établie a pu, d'un seul coup d'aile, relier deux capitales des deux mondes sans erreur d'itinéraire. LA SCIENCE ET LA VIE suivra, comme elle l'a fait jusqu'ici, à l'intention de ses lecteurs, les formes évolutives de l'aviation dans tous les domaines. Ne constitue-t-elle pas l'une des manifestations les plus grandioses du progrès scientifique au XX^e siècle ?

L'EXPLOIT de Charles Lindbergh se classe exactement — selon l'expression de M. Painlevé — sur le même plan que la première traversée de la Manche par Louis Blériot en 1909, et que celle de la Méditerranée par Rolland Garros.

La France aurait dû logiquement compléter le tryptique : Nungesser et Coli ont succombé à la tâche. S'ils étaient partis de l'autre côté de l'Atlantique, leurs chances étaient doublées.

Ceci ne diminue nullement l'exploit personnel du jeune aviateur américain, lequel, modestement, n'a pas manqué de faire remarquer qu'aujourd'hui même, 24 mai 1927, deux aviateurs anglais, Carr et Gilman, volant vers les Indes, ont tenu l'air « quelques minutes de plus » que le temps de son propre voyage — et qu'ils auraient probablement battu le record de distance si leurs appareils de contrôle n'étaient au fond du golfe Persique. Mais Lindbergh était *seul à bord*. Et voilà l'exploit sportif admirable.

La navigation de l'homme-pigeon

Le grand aviateur qu'est sir Alan Cobham, sitôt en présence de Lindbergh qu'il était

venu interviewer de Londres, lui posa avec insistance cette question, pour laquelle Lindbergh abandonna aussitôt tout autre sujet de conversation : « Vous avez donc constamment navigué à l'estime ? (*dead reckoning*) »

Ce terme de marine signifie la pire des navigations : celle d'un navire marchant seulement à la boussole et au loch. La boussole donne le Nord. Le loch donne la vitesse. Avec cela, il faut faire sa route sans aucune des corrections habituelles que les marins tirent de l'observation astronomique (par le « point » du sextant). Un navire qui entreprendrait la traversée de l'Atlantique sur ces bases, ne saurait exactement s'il irait atterrir en Afrique ou en Europe en partant d'Amérique. Cependant, l'avion monoplace a réalisé ce prodige.

En dehors des appareils ordinaires de bord : indicateur d'essence, du nombre de tours du moteur, d'altitude, Lindbergh n'avait, à sa disposition, qu'une boussole, un dérivomètre ordinaire et le compas magnétique.

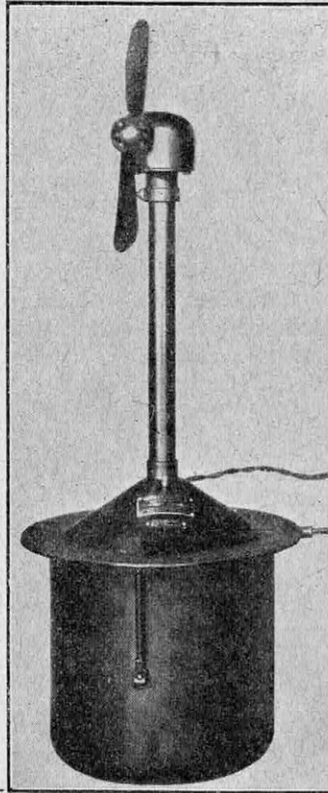
Le dérivomètre, constitué essentiellement par un viseur lui permettant de repérer sa dérive par rapport à un point fixe, n'a pu

lui servir qu'aux rares instants où il a rencontré des navires. Seul le compas magnétique de la « Pioneer instrument Co. », dû à la conception de l'ingénieur en chef de cette Compagnie, M. Titterington, lui permit de connaître constamment la direction Nord-Sud. (Voir figure ci-contre.)

Une demi-heure de vol pour Lindbergh, cela faisait 87 kilomètres. A ce moment, il changeait son cap et le maintenait, par le compas, durant une nouvelle heure. Si l'on pense que le pilote ne pouvait abandonner les commandes, on ne peut qu'admirer sa navigation empirique (1).

Pour suivre, dans ces conditions, l'itinéraire précis que l'on sait : New-York, 12 h. 52' (heure française); Saint-Jean de Terre-Neuve, 0 h. 50'; Atlantique (49° 24' lat. N. et 43° 72', long. O.), à 2 h. 9'; Valencia (Irlande), 14 h. 50'; Saint-Germans (Cornouailles), 19 h. 20'; Cherbourg, 20 h. 25'; Paris, 22 h. 22', la « bravoure » n'a pas suffi, il a fallu beaucoup d'attention et même de science.

Or, même dans son parcours côtier, Lindbergh dédaignait les repères terrestres, suivant l'aveu qu'il en fit à Cobham !



LE COMPAS D'INDUCTION DE LINDBERGH (2)

Une hélice aérienne actionnée par le vent relatif de la course meut un induit minuscule de dynamo classique. Cet induit est excité seulement par le champ magnétique terrestre. Les lignes de force de ce champ (nord-sud) font naître dans cet induit une force électromotrice, et la tension aux bornes des balais de l'induit passe par un maximum et un minimum (zéro), suivant la position de la ligne des balais par rapport au champ terrestre. Au moyen d'une manette, le pilote place la ligne des balais suivant un angle déterminé par le « cap » à suivre. Il suffit donc, pour l'amener dans la ligne du minimum de tension, de faire tourner l'avion d'un angle correspondant, jusqu'à ce que l'aiguille du galvanomètre reste au zéro. Toute déviation de l'aiguille indique une déviation de la direction de l'avion.

L'appareil de Lindbergh va-t-il marquer le début d'une renaissance du monoplane ?

Pour l'instant, c'est un appareil de série tels que les construisit la *Ryan Aircraft Corporation*, pour transporter deux passagers et 500 kilos de bagages.

L'avion de Lindbergh avait été seulement allongé (8 mètres) et élargi dans son fuselage, afin de loger les 1.700 litres d'essence dans les réservoirs placés à l'avant et à l'arrière du pilote et, aussi, dans les ailes. De cette quantité, le Wright Whirlwind, dû à l'ingénieur Ch. Lawrance (220 ch à 1.800 tours-minute), consomma 1.500 litres pour la traversée.

Le poids à vide de l'appareil étant de 750 kilogrammes, la charge totale étant de 1.580 kilogrammes environ, l'avion tout entier, décollant au départ, pesait 2.330 kilogrammes.

L'hélice est métallique. Les ailes ont 13 mètres d'envergure. La surface portante est de 25 mètres carrés. Le poids enlevé au mètre carré (93 kilogrammes) demeure donc bien inférieur à celui que Fonck se propose d'enlever (120 kilogrammes).

L'avenir nous fixera bientôt.

(1) Disons un mot des déboires météorologiques de Lindbergh.

Nungesser et Coli étaient partis nantis des meilleurs renseignements officiels ; en réalité, ils couraient vers la tempête. Lindbergh également ne fut pas peu surpris de rencontrer, dès le premier soir, une pluie qui l'accompagna pendant 1.800 kilomètres, alors qu'on lui avait prédit un beau temps certain dans toute la première partie du voyage. Le verglas, notamment, pluie froide à l'état de surfusion qui se condense en glace autour de tout ce qu'elle touche, faillit, à certain moment, devenir fatal à l'avion, non pas tant à cause de la surcharge dont il alourdissait l'aile que de la déformation de son profil. L'aviateur chercha, par des variations d'altitude, à se débarrasser de cet obstacle, mais en vain. D'où il faut tirer cette leçon : même avec un service météorologique mieux organisé, l'avion transatlantique ne pourra voler régulièrement que s'il domine nettement la zone des pluies.

C'est l'altitude qu'il faut, désormais, absolument conquérir par suralimentation des moteurs, avec hélices à pas variable et cabines étanches pour les passagers. Par ces moyens, on accroîtra la vitesse dans des proportions fantastiques, donc on diminuera la consommation et la charge de combustible pour la traversée. Et la fatigue aussi, puisque Lindbergh attribue justement son bon état physique au fait qu'il était enfermé dans une cabine étanche, d'où il regardait le paysage par le moyen de trois miroirs périscopiques (deux latéraux, un troisième orienté verticalement).

(2) Nous décrirons prochainement le dérivomètre et le « pioneer compass », avec tous ses détails techniques.

L'AUTOMOBILE ET LA VIE MODERNE

Par A. CAPUTO

Que faire pour développer l'industrie automobile en France. — La « carburation » n'a pas dit son dernier mot : l'atomisation des combustibles lourds dans le vide. — Le moteur à « deux temps » fait sa voie. — L'avenir du chromage.

Que faire pour développer l'industrie automobile en France

TEL est l'intéressant sujet de conférence choisi par M. Maurice Goudard, président de la Chambre syndicale d'Accessoires et pièces détachées d'automobile, lors de la réunion préparatoire de l'assemblée constitutive de la Société des Ingénieurs de l'automobile, qui s'est formée voici quelque temps.

Les lecteurs de *La Science et la Vie* ont déjà eu l'occasion d'apprécier les vues exactes et la documentation nourrie de M. Maurice Goudard (1). Le sujet retenu par l'éminent conférencier est d'une particulière actualité. Il importe, en effet, après les difficultés économiques que l'industrie vient de traverser, d'adopter des programmes sains, bien mûris et de longue haleine, seuls

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 113, novembre 1926.

capables de mener une exploitation au succès.

Au début de sa présentation, M. Maurice Goudard pose d'abord « qu'en automobile, pour le moment, il n'y a pas à craindre de crise de surproduction. Par suite de la revalorisation du franc, il y a simplement rajustement du prix en regard de la valeur nouvelle de la monnaie ».

M. Maurice Goudard envisage le développement considérable que doit prendre l'automobile, notamment dans l'agriculture. C'est là un très vaste débouché, à peine touché.

Dans l'avenir, la puissance économique d'une nation se jugera par le nombre des automobiles qu'elle possédera en rapport avec sa population.

Les Américains ont une voiture par 5,4 habitants. La République des Soviets, une par 20.000 habitants. La France est en bon rang dans le monde avec une voiture par 54 habitants.

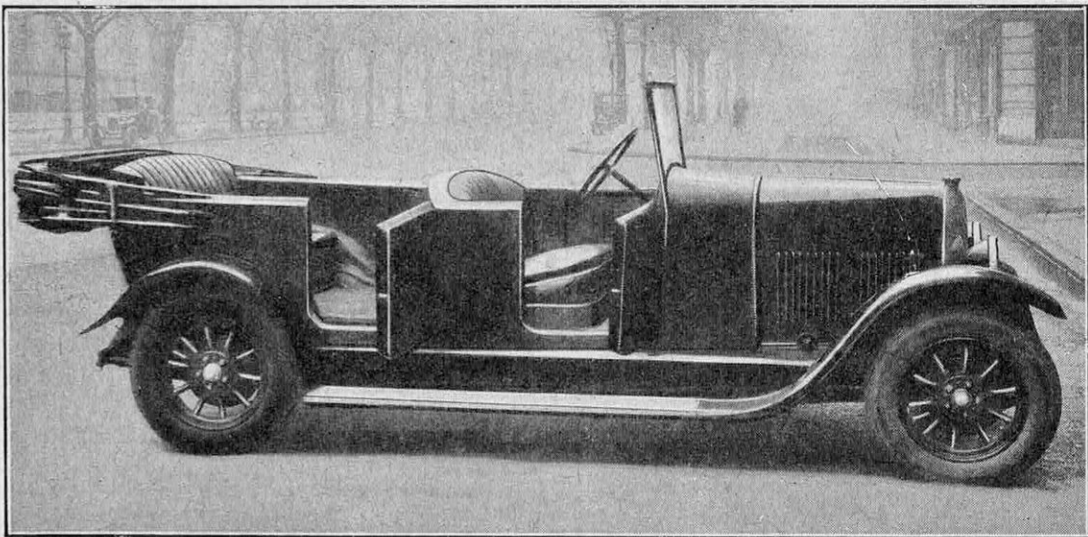


FIG. 1. — TORPEDO, TYPE COMMERCIAL, SUR CHASSIS 10 C. V. FASTO

Ce torpedo, qui a tout à fait l'aspect du véhicule de promenade, peut se transformer, ainsi qu'il est montré figure 2, en une camionnette genre normande. Son panneau arrière est abattant, la capote a un rideau mobile, le siège de fond et les garnitures intérieures sont amovibles. On remarquera également que la carrosserie est très spacieuse.

Le développement de l'automobile dans notre pays est conséquent de trois facteurs : progrès technique, organisation commerciale, action des pouvoirs publics.

Les constructeurs américains ont montré quels avantages on peut retirer d'un programme de longue haleine. Mais il faut, pour cela, partir d'une base judicieuse bien définie. Les recherches ne peuvent plus être conduites avec fantaisie. Sur deux chiffres doivent se concentrer toutes les méditations de l'ingénieur chargé de l'étude d'un modèle : le poids et le prix.

On doit parvenir, pour la voiture, à ce que le poids mort ne dépasse pas le poids utile transporté. Ce résultat est, d'ailleurs, obtenu avec la moto, le sidecar et le camion. La réduction du poids conduit à une réduction du prix de revient. Chaque pièce doit être attentivement discutée avant d'être dessinée.

Il est simple de faire compliqué, il est difficile de faire simple.

Le dessin d'une pièce a une influence directe sur la fabrication. Il doit donc exister un accord étroit entre le bureau de dessin et les ateliers.

On doit rechercher à faciliter toutes les opérations d'usinage et s'ingénier à utiliser au mieux l'outillage que l'on possède et l'organisation existante.

Tous les rouages de l'usine doivent être surveillés pour assurer la meilleure production et le plus complet équilibre. On doit éviter l'accumulation des pièces en stocks et en magasin, et surtout la multiplication des modèles.

Un très gros effort doit être fait pour normaliser la production des accessoires, afin que des cotes standard en soient déterminées, que les producteurs puissent fabriquer en importantes séries, pour faire mieux et moins cher. On ne comprend pas qu'il existe plus de six cents modèles de roulements à billes, plus de cinquante modèles de jantes, plus de mille modèles de roues.

Les grandes qualités d'une voiture moderne doivent être : durée, agrément de conduite, facilité d'entretien.

Le Français aime ce qui dure. La facilité d'entretien doit être de plus en plus soignée. Beaucoup de femmes sont appelées à conduire : toutes les manœuvres doivent leur être rendues commodes et agréables. L'idéal serait qu'on fit le plein d'essence tous les 500 kilomètres, et celui d'huile tous les 2.000 kilomètres par un seul orifice.

La part du service commercial dans la réussite de l'entreprise n'est pas moins importante. Il doit organiser : une publicité

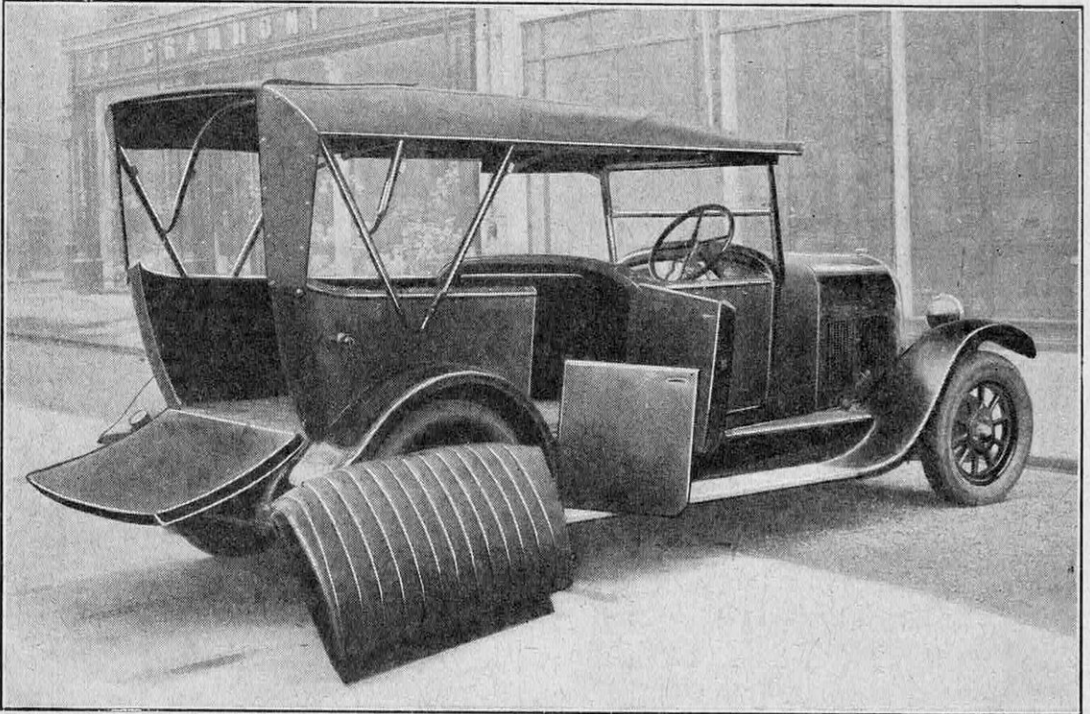


FIG. 2. — LE TORPEDO DE LA FIGURE 1 TRANSFORMÉ POUR L'USAGE DES TRANSPORTS DE MARCHANDISES

Le siège de fond s'enlève, les garnitures intérieures également. Une fois le panneau arrière abattu, on peut disposer d'un vaste emplacement et l'on ne craint pas de détériorer les accessoires qui ornent l'intérieur quand le véhicule sert pour les déplacements ou la promenade.

intensive ; un réseau de distribution très serré. Les facilités de paiement à crédit doivent être multipliées et on doit les faire connaître. C'est l'usine elle-même qui doit organiser la reprise des voitures. Elle en fera la révision et constituera un marché des occasions sérieuses qui auront leurs amateurs.

Les pouvoirs publics peuvent grandement favoriser le développement de l'automobile en France.

Notre réseau routier doit être une de leur grande préoccupation. On ne trouvera pas les taxes élevées si on constate qu'elles servent à l'entretien satisfaisant des routes.

Un lourd fardeau fiscal est la taxe de luxe. Si l'on totalise, avec les 12 % de la taxe générale à la production, les 2 % successivement payés par les fournisseurs, on parvient à un total de 20 %, ce qui est énorme. Au sujet du régime des impositions, M. Maurice Goudard préconise le poids plutôt que la cylindrée. Au point de vue technique, on doit, en effet, le préférer.

M. Maurice Goudard a terminé par une assurance de confiance dans l'avenir de l'automobile en France et en évoquant que, dans cinq ans, nous devons avoir 2 millions d'automobiles en circulation.

Il est certain que si nos grands industriels orientent judicieusement leurs fabrications pour répondre aux véritables besoins de notre marché, qu'ils déterminent leurs programmes selon les excellentes directives évoquées par M. Maurice Goudard, la construction automobile sera une grande source de prospérité pour notre pays et que non seulement nous n'aurons pas à craindre la concurrence étrangère, mais nous serons aussi d'actifs exportateurs.

La carburation n'a pas dit son dernier mot : l'atomisation des combustibles lourds dans le vide

Le carburateur automatique est une grande conquête de la technique moderne du moteur à explosions appliqué à l'automobile. Répondant à tous les besoins du fonctionnement du moteur, il permet à la fois :

le départ immédiat, la marche au ralenti régulière, des reprises rapides, une souplesse très étendue.

Le principe de tous les appareils employés est la carburation de l'air par de l'essence pulvérisée.

Une cuve à niveau constant alimente de combustible liquide un gicleur de très petit diamètre. L'air est fourni par un orifice de section appropriée. Sous l'effet de la dépression créée par le déplacement des pistons dans les cylindres, il se produit un appel de liquide au gicleur, un appel d'air à l'orifice d'introduction. Le liquide se divise en gouttelettes et se répartit dans l'air. Par divers procédés, on s'efforce de rendre les gouttelettes aussi fines que possible, de les diffuser au mieux dans l'air et d'obtenir un mélange bien brassé et bien homogène.

Avec les essences légères, la carburation par pulvérisation du liquide donne pratiquement satisfaction.

Si l'on cherche, par contre, à remplacer l'essence légère par un combustible plus lourd comme le pétrole, les huiles minérales ou végétales, le mélange obtenu ne fournit que des combustions incomplètes et il est impossible de partir directement sur le combustible lourd ; il faut démarrer à l'essence et passer ensuite à l'autre

carburant lorsque le moteur est chaud.

On a réussi, néanmoins, en employant un réchauffage intensif du mélange, à faire tourner au pétrole ou au gazoil des moteurs prévus pour être alimentés à l'essence. Cependant, les reprises sont incertaines, accompagnées de dégagements de fumée, l'encrassement du moteur assez rapide et, inconvénient grave, des dépôts de gouttelettes de combustible lourd se forment sur la pellicule d'huile qui garnit les parois du cylindre, s'y incorporent et retombent dans le carter inférieur. Le carburant dilué le lubrifiant, le graissage est de moins en moins effectif ; il se manifeste de l'usure et, parfois, des accidents mécaniques. On conclura de ces constatations que la pulvérisation du combustible, si elle convient fort bien à l'essence, est insuffisante pour le pétrole et les huiles lourdes.

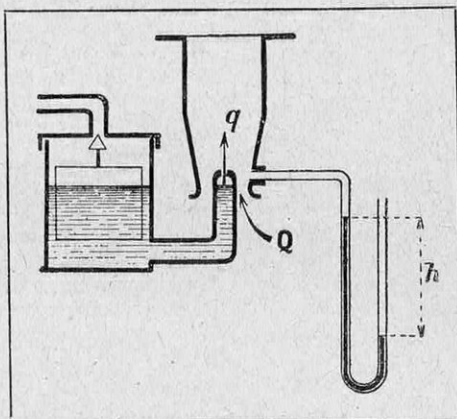


FIG. 3. — COUPE SCHÉMATIQUE D'UN CARBURATEUR A ESSENCE AVEC INDICATEUR DE DÉPRESSION

Quand le moteur tourne, les mouvements des pistons dans les cylindres engendrent une succion, une dépression, à l'intérieur du carburateur. Si l'on adjoint un tube de niveau, la dénivellation h du liquide dans le tube indiquera la valeur de cette dépression. Une certaine quantité d'essence jaillit alors par le gicleur q à orifice de très petit diamètre, et l'essence se pulvérise dans l'air qui est appelé par l'entrée principale Q . L'essence se diffuse dans l'air sous la forme de gouttelettes plus ou moins fines, selon la disposition particulière du carburateur.

Dès 1913, on eut l'idée d'avoir recours à la préparation de la carburation de l'air par le pétrole, dans le vide.

Le carburateur était remplacé par une pompe et des injecteurs. On donnait beaucoup de retard à l'ouverture de la soupape d'admission. Le cylindre moteur était utilisé comme pompe à vide. L'allumage s'opérait à la façon habituelle par bougie.

Pendant une partie de la course descendante du piston dans le cylindre, les soupapes étaient conservées fermées. Il se produisait ainsi un vide partiel. A un certain point de la course, la pompe envoyait par l'injecteur une petite charge de liquide dans l'intérieur du cylindre. Sous l'effet de la grande dépression, le liquide se pulvérisait. On ouvrait ensuite la soupape d'admission, de l'air pénétrait dans le cylindre et formait le mélange.

Le moteur partait à froid, fournissait une assez bonne souplesse, le liquide et l'air étant dosés selon les besoins. Les résultats se montraient donc encourageants, mais plusieurs inconvénients pratiques se manifestaient et, notamment, la dilution de l'huile de graissage par le pétrole.

Depuis plus d'un an, MM. de Montazet et Johanson ont repris l'idée de la pulvérisation des combustibles lourds dans le vide et sont parvenus à éviter les inconvénients signalés, grâce à la disposition très personnelle qu'ils ont mise au point.

Nous donnons, figure 4, les coupes schématiques montrant le fonctionnement de leur premier moteur d'étude. Ce moteur est un monocylindre de type industriel transformé. La modification comporte l'adjonction, entre le cylindre moteur et le carter inférieur, d'une garniture à l'intérieur de laquelle coulisse le corps d'un piston spécial et sur laquelle sont montées les organes de distribution de la pompe à vide. Le piston est en trois pièces : une tête en aluminium, garnie de segments d'étanchéité, voyage à la façon classique dans le cylindre moteur ; un fourreau en acier est relié à la tête en aluminium, il coulisse à l'intérieur de la garniture rapportée ; le pied de bielle est monté sur une troisième partie en aluminium attenante à la base du fourreau.

On remarquera que ce montage permet d'avoir sous le piston une chambre annulaire close d'un côté par les segments de la tête de

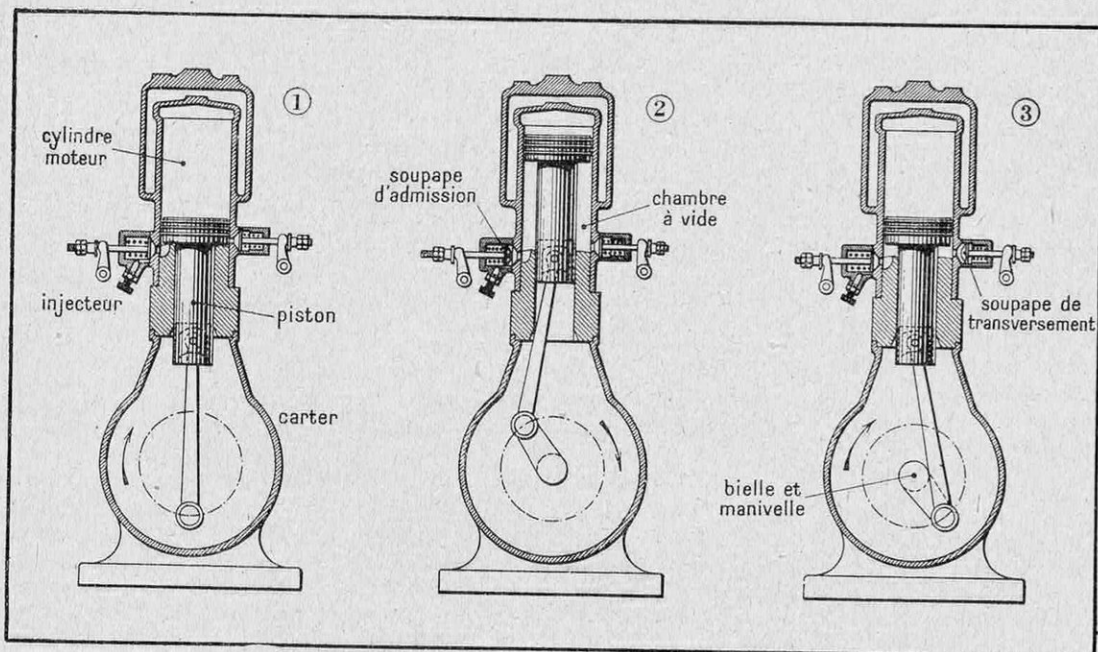


FIG. 4. — COUPES SCHÉMATIQUES MONTRANT LE FONCTIONNEMENT DU MOTEUR DE MONTAZET ET JOHANSON, PAR ATOMISATION DU PÉTROLE OU DU GASOIL

1. le moteur comporte un cylindre dans lequel se déroule le cycle à quatre temps habituel. Le piston a une forme particulière. A sa partie supérieure, sa tête en aluminium voyage dans le cylindre moteur. A cette partie est attaché un fourreau en acier qui coulisse dans un guide. A la base du fourreau est attachée la bielle. De part et d'autre, vers la base du cylindre, sont montés deux soupapes latérales et un injecteur de combustible. — 2. Entre le fourreau du piston et le cylindre est ainsi créée une chambre circulaire qui constitue la pompe à vide. Quand le piston monte, il engendre le vide dans la chambre circulaire. La soupape d'admission latérale est ouverte quand le piston a parcouru plus des trois quarts de sa course. Il pénètre alors dans la chambre une certaine quantité de combustible et une très légère quantité d'air. Le liquide se pulvérise très finement, s'atomise dans le vide. — 3. Quand le piston redescend, il refoule par la soupape de transversement le brouillard du liquide atomisé, vers l'admission du moteur.

piston, de l'autre par des segments disposés dans la garniture autour du fourreau en acier. C'est la pompe à vide. De part et d'autre sont montés : une soupape d'admission et un injecteur, puis une soupape de refoulement ou de transvasement. Les deux soupapes sont commandées par des culbuteurs qui prennent leur mouvement sur la distribution principale. Quand le piston monte, les deux soupapes de la pompe à vide sont fermées. Il se crée donc un vide sous le piston, dans la chambre annulaire. Lorsque le piston a dépassé les trois quarts de sa course ascendante, la soupape d'admission s'ouvre. Une certaine quantité de combustible est introduit dans la chambre à vide avec une très petite quantité d'air. Sous l'effet du vide, le liquide se pulvérise très finement. Quand le piston redescend, la soupape d'admission est fermée et la soupape de transvasement s'ouvre. Le combustible pulvérisé est refoulé vers un manchon réchauffé par l'échappement pour éviter les condensations. De là, il gagne la tuyauterie d'aspiration du cylindre moteur où il reçoit un appoint d'air.

Le fonctionnement du cylindre moteur est celui classique à quatre temps. Sur la tuyauterie de refoulement de la pompe à vide est prévu un robinet témoin. Si, en marche, on ouvre ce robinet, il en sort un brouillard dense. On peut capter ce brouillard dans un récipient de verre. Il a l'aspect d'une fumée homogène. Le brouillard reste stable pendant plus de vingt minutes, puis il se condense très lentement. Ce n'est plus une simple pulvé-

risation en gouttelettes, c'est une *atomisation* du liquide en particules extrêmement fines et divisées, qui permet une combustion complète. L'action de la pompe à vide étant immédiate dès qu'on tourne le moteur, le départ s'opère à froid sur le combustible lourd. Au ralenti et en charge, on ne perçoit aucune fumée à l'échappement, ce qui indique une excellente combustion. Le

moteur s'alimente régulièrement soit au pétrole, soit au gazoil. Comme la chambre à vide est séparée du carter inférieur, que toute trace de liquide dans la pompe est instantanément pulvérisée à la prochaine course ascendante du piston, on n'a plus à craindre la dilution de l'huile de graissage.

La lubrification du cylindre moteur s'opère elle-même par gazéification. L'huile remontée avec le fourreau du piston s'atomise dans le vide, graisse les segments et les parois de cylindre comme dans le moteur à vapeur et dans les moteurs à deux temps.

Le moteur de Montazet et Johanson ouvre un champ nouveau au moteur

fixe industriel de petite et moyenne puissance, aux moteurs de camions et de tracteurs, auxquels il apporte un facteur d'économie important ; il permet d'envisager la construction de moteurs de canots et d'avions qui non seulement seront appréciés par leur économie d'emploi, mais qui fourniront la sécurité contre l'incendie.

Plus d'essence à bord... quelle garantie pour l'avion ! De combien de victimes n'avons-nous pas à déplorer la perte dans les catastrophes de l'air, terminées lamenta-

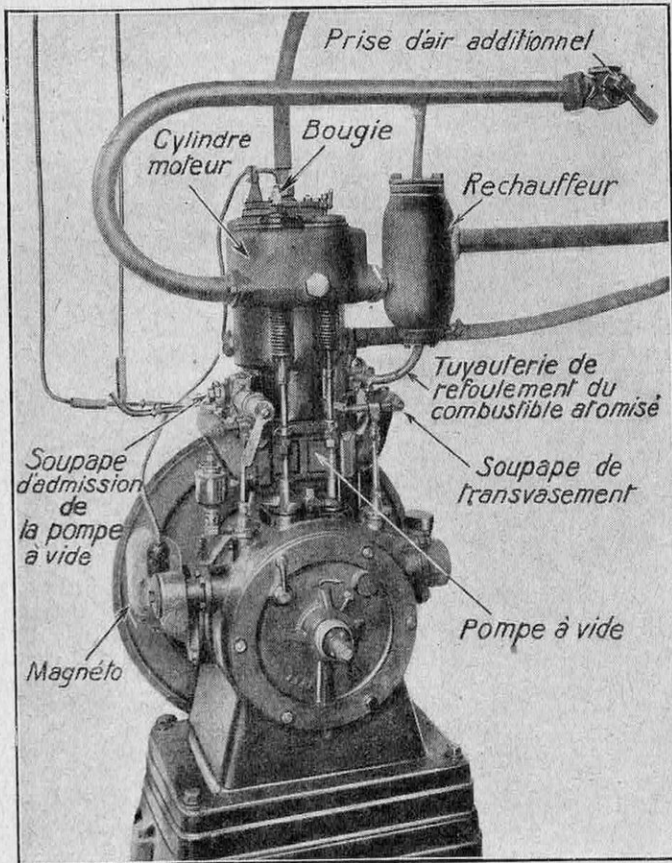


FIG. 5. — LE MOTEUR D'ÉTUDE DE MONTAZET ET JOHANSON POUR L'UTILISATION DES COMBUSTIBLES LOURDS : PÉTROLE ET HUILES MINÉRALES OU VÉGÉTALES

En sortant de la pompe à vide, le liquide atomisé passe par un réchauffeur pris sur l'échappement et qui évite les condensations, puis gagne la tuyauterie d'admission du moteur, qui comporte une prise d'air additionnel réglable.

blement par l'incendie venant de l'inflammation de l'essence.

Les progrès du moteur à deux temps

LE compresseur rotatif léger est un élément de succès pour l'avenir du moteur à deux temps. Nous avons récemment signalé les essais du moteur Zoller alimenté par compresseur Cozette. Voici que l'inventeur de cet appareil, l'ingénieur Cozette, poursuit la mise au point d'un moteur à deux temps conjugué avec son compresseur. Le moteur comprend 4 cylindres, dans chacun desquels glissent deux pistons. Lorsque les pistons parviennent à fond de course, ils démasquent des lumières. Par les unes s'effectue l'admission des gaz frais refoulés par le compresseur, tandis que par les lumières opposées a lieu l'échappement des gaz brûlés.

Le moteur ainsi constitué est très simple. Il n'y a ni soupapes, ni organes de distribution. Le compresseur est monté verticalement en avant du groupe. Les pistons attaquent deux vilebrequins, l'un

à la partie inférieure, le second à la partie supérieure du bloc. Les deux vilebrequins sont reliés par engrenages.

Le moteur d'étude est un 4 cylindres de 56 d'alésage et 56 de course, soit d'une cylindrée totale de 1.100 centimètres cubes environ. La puissance développée est très élevée ainsi que le couple aux basses allures, c'est-à-dire que ce « deux temps » est aussi un moteur très souple.

L'avenir du chromage

C'EST une question qui a soulevé, depuis quelque temps, beaucoup d'intérêt dans tous les milieux techniques. La galvanoplastie au chrome n'est pas une nouveauté, les premières tentatives en furent faites en 1854. Depuis 1920, de multiples expériences ont été renouvelées, tant en Amérique qu'en France, pour atteindre des résultats vraiment pratiques.

Plus dur et résistant que le nickel, le chrome lui paraissait, en effet, préférable en maintes applications. Il conserve son aspect brillant, même dans l'air humide et l'air salin. M. William Blum, lors du meeting annuel de l'*American Society of Mechanical Engineers* à New York, a fourni des précisions concernant les essais poursuivis dans cette voie.

Sur les plaques de nickel qui servent à l'impression des billets de banque en Amérique, on a constaté qu'un dépôt de 0,005 millimètre de chrome quadruple la

durée. Des calibres-tampons recouverts de chrome ont résisté cinq fois plus à l'usure que des calibres-tampons en acier.

Par contre, les opérations électrolytiques sont très délicates. La solution employée, la température du bain ont notamment une grande influence, et l'accord est loin d'être fait sur les meilleures conditions d'exécution. D'autre part, le chromage est sensiblement plus coûteux que le niquelage, non pas surtout du fait

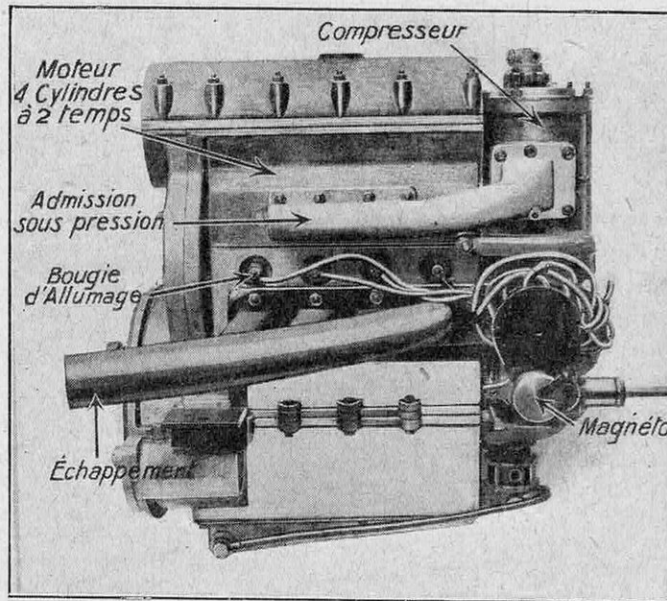


FIG. 6. — MOTEUR A DEUX TEMPS COZETTE, ALIMENTÉ PAR COMPRESSEUR ROTATIF

Ce moteur n'a pas de soupapes, et ses quatre cylindres donnent la régularité d'entraînement et la souplesse d'un 8 cylindres à quatre temps classique.

de la différence de prix des deux métaux, mais par suite de la dépense élevée de courant qu'entraîne le chromage. Le dépôt s'opère régulièrement sur des surfaces polies et présentant des formes simples, beaucoup moins sûrement pour des surfaces non usinées et compliquées.

Actuellement, de bons résultats sont enregistrés dans la préparation des réflecteurs, des moules servant à la vulcanisation des pneus, des moules de verrerie. Une firme française, les établissements Marchal, adopte le chromage pour ses phares.

Pour ce qui concerne le chromage de cames, de pignons, etc., ces applications sont encore à l'étude, mais on peut penser qu'on parviendra à une exécution régulière, soit par le chromage seul, soit, et plus vraisemblablement, par la combinaison du chromage sur des dépôts préalables de nickel ou de cuivre.

A. CAPUTO.

LA T. S. F. ET LA VIE

Par Joseph ROUSSEL

Instruisons-nous

Les oscillateurs au quartz

LORSQU'ON taille (1) dans un cristal de quartz naturel une lame parallèlement à l'axe et perpendiculairement à l'axe de symétrie binaire qui aboutit à une arête sur laquelle se développent les facettes hémiedres, on obtient un élément qui présente de très curieuses propriétés.

En argentant les faces de cette lame, puis en exerçant sur elle une certaine traction, les couches d'argent se chargent de quantités égales d'électricité de signes contraires, la quantité d'électricité, très faible, développée par ce procédé étant proportionnelle à l'effort de la traction et pouvant se mesurer en poids.

Ce phénomène, qui permet de fournir une charge connue à un appareil de mesure, porte le nom de « piezo-électricité ». Il a été découvert, puis utilisé par J. et P. Curie, qui s'en servirent dans leurs mémorables études sur la radioactivité.

Ce qui rend ce phénomène particulièrement intéressant, c'est sa réversibilité, c'est-à-dire, cette constatation qu'une lame de quartz, convenablement taillée et située dans un champ électrique, se déforme, comme le montre la figure 1, dans laquelle les flèches indiquent le sens des déformations mécaniques provoquées par la présence du champ.

Bien entendu, les charges libérées au cours d'une déformation mécanique du cristal, de même que les déformations provoquées par un champ sont de très faible valeur dans les conditions expéri-

mentales ordinaires. C'est de ces propriétés piezo-électriques du quartz que dépend son utilisation comme oscillateur.

Cette propriété particulière a été mise en lumière par les travaux du professeur W. G.

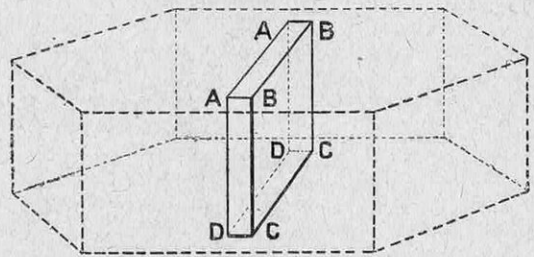


FIG. 2. — COMMENT ON TAILLE UNE LAME DE QUARTZ OSCILLANT DANS UN CRISTAL DE QUARTZ NATUREL

Cady, de la Wesleyan University, au Connecticut.

Sous l'influence d'un champ électrique, non plus continu mais alternatif, de tels cristaux « oscillent », à la fois électriquement et mécaniquement, et ce qui rend cette propriété que beaucoup d'autres corps possèdent, particulièrement intéressante dans le cas du quartz, c'est que celui-ci possède une fréquence propre déterminée par ses dimensions, d'une part, et que, d'autre part, cet oscillateur n'étant détériorable par aucune cause, dans les conditions d'emploi normal, cette fréquence propre reste invariable et permet d'utiliser le système comme étalon.

Avant cette découverte, on usait très fréquemment, dans les laboratoires, d'étalons de fréquence, qui n'étaient autres que des diapasons à entretien électromagnétique, mais la fréquence des diapasons est limitée, la plus haute qu'il soit possible d'atteindre étant de l'ordre de 50.000 vibrations par seconde, tandis qu'avec les résonateurs au quartz il est possible d'aborder ce qu'il est convenu d'appeler la haute fréquence en électrotechnique.

Cette fréquence, avons-nous dit, est fonction des dimensions de la lame cristalline; en pratique, la longueur d'onde propre en mètres d'un oscillateur au quartz est égale, approximativement, à onze cents fois la longueur du cristal en centimètres. On voit qu'il est possible d'utiliser de tels oscillateurs sous un volume extrêmement réduit, puisqu'un cristal de 2 cm 5 de long, ayant 0 cm 5 de côté et 0 cm 15 d'épaisseur a une lon-

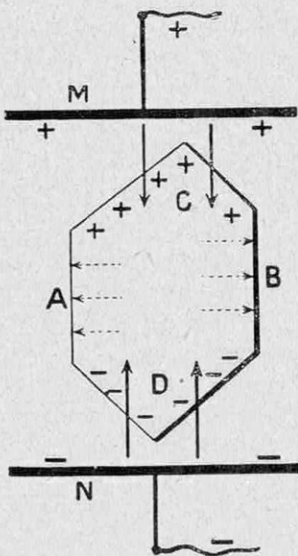


FIG. 1. — ACTION D'UN CHAMP ÉLECTRIQUE SUR UN CRISTAL DE QUARTZ TAILLÉ PERPENDICULAIREMENT À L'AXE OPTIQUE

(1) Cette taille s'effectue avec un disque d'acier, animé d'un mouvement de rotation rapide et garni de carborundum ou d'égrisée.

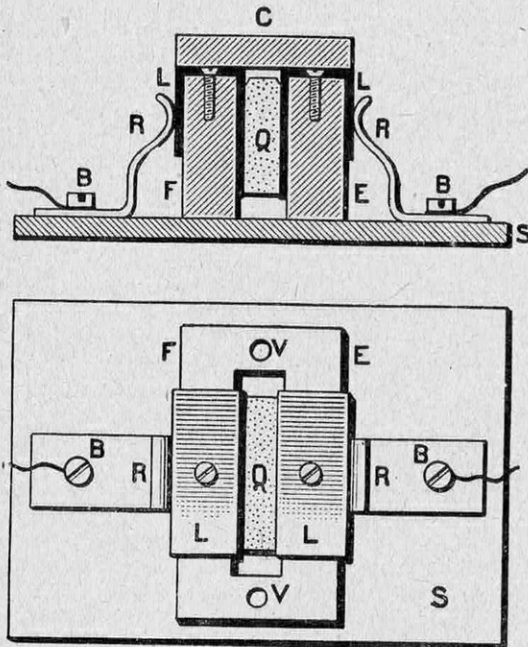


FIG. 3. — COUPE ET PLAN (COUVERCLE ENLEVÉ) DU MONTAGE DU CRISTAL

gueur d'onde propre voisine de 2.700 mètres.

Les éléments oscillants doivent être taillés convenablement dans la masse d'un cristal naturel de quartz aussi transparent que possible. La figure 2 indique comment doit être exécutée cette opération de la taille de la lame cristalline.

Après la taille, l'élément doit être poli et mis au calibre convenable sur un lapidaire. Nous n'avons pas encore pu nous procurer de tels éléments en France; on en trouve, en Angleterre, de bien calibrés, au prix unitaire d'une livre; nous pensons qu'il serait intéressant de voir les tailleurs de quartz, bien outillés chez nous, spécialement en Auvergne, mettre ces cristaux sur le marché, en particulier avec les dimensions permettant de réaliser des oscillateurs de 500, 1.000 et 2.000 mètres, pouvant servir d'étalons.

Un nombre restreint de cristaux bien étalonnés est suffisant parce qu'il est facile, en utilisant la méthode des battements hétérodynes, d'étalonner, avec une précision de l'ordre du millième, un ondemètre sur toute sa gamme, en cherchant les résonances avec les harmoniques qu'il est possible de déceler avec une très grande précision, jusqu'au dixième.

La manière de monter les lames cristallines n'est pas indifférente. Il est nécessaire, à la fois, d'assurer un bon contact électrique avec les faces de l'élément et de permettre à celui-ci d'osciller mécaniquement. Nous donnons, figure 3, un procédé de montage correct qui permet, de plus, d'user d'un jeu de cristaux de période propre différente.

Dans un bloc *EE* d'ébonite, de dimensions

convenables, on pratique un évidement parallélépipédique; sur les côtés sont fixées deux lames de cuivre *LL*, établissant, d'une part, à l'intérieur de l'évidement, le contact avec les faces du cristal, et, d'autre part, permettant au dispositif d'être inséré entre deux lames de ressort *RR*, liées aux connexions d'utilisation. Un couvercle d'ébonite *C*, fixé par deux vis en *VV*, clôt l'appareil.

On peut, sur ce type, imaginer d'autres montages de laboratoire.

Meissner a signalé récemment qu'un cristal oscillant de quartz, soumis à l'influence d'un champ alternatif très intense (oscillateur de quelques centaines de watts), vibrait mécaniquement, d'une façon tellement puissante, que le souffle d'air provoqué par cette vibration pouvait courber et même éteindre la flamme d'une bougie. C'est cette expérience curieuse que montre la figure 4.

Électriquement parlant, l'oscillateur au quartz, qui est, avant tout, un dispositif de contrôle, se monte dans le circuit d'une valve montée elle-même en oscillatrice (ou hétérodyne).

La figure 5 montre comment s'effectue ce montage, *Q* étant le quartz oscillant, la période de l'oscillatrice, réglée par les valeurs de *L* et de *G*, devant être égale à celle de *Q* pour que celui-ci oscille.

Le phénomène est analysé grâce au milliampèremètre *M*, qui permet de relever la courbe de résonance du système. Ce milliampèremètre peut être remplacé par un téléphone, mais il ne devient alors possible que de constater l'instant précis de la mise en phase.

Un tel résonateur, contrôlé par le quartz, permet l'étalonnage d'un ondemètre avec lequel il est couplé très faiblement.

Le quartz, en tant qu'oscillateur de contrôle, rend de très grands services à l'émission, en particulier pour les courtes longueurs d'ondes qu'il permet de contrôler avec une très grande stabilité.

Il sert alors, lui-même, de contrôle aux circuits d'une lampe montée en *master-oscillator*, comme le montre la figure 6. Nous avons donné le détail de l'oscillateur de contrôle au quartz, qui agit pour régulariser la fréquence de l'émetteur *M* et *AP* par

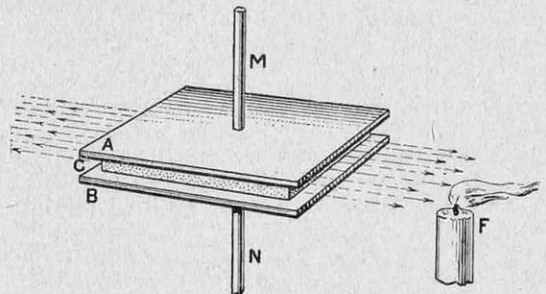


FIG. 4. — ACTION MÉCANIQUE DU QUARTZ OSCILLANT DANS UN CHAMP ALTERNATIF INTENSE

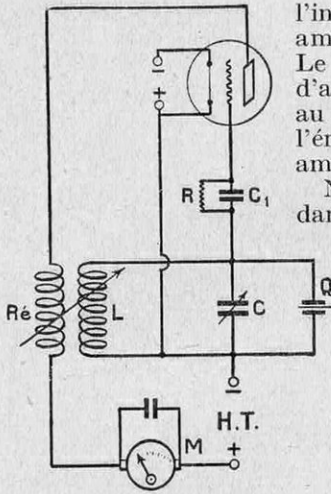


FIG. 5. — MONTAGE DU QUARTZ DANS UN OSCILLATEUR QU'IL CONTROLE, POUR ÉTUDE DE LA COURBE DE RÉSONANCE DU CRISTAL

limités à ces cas particuliers ; on peut envisager son emploi dans les hétérodynes de mesure qu'il peut stabiliser, dans les superhétérodynes, pour la même raison, et peut-être dans des types nouveaux, non encore étudiés, de récepteurs de radiophonie.

Il est, par exemple, facile de concevoir un récepteur puissant et relativement simple, conçu sur les bases suivantes : un oscillateur à lampe bigrille est, d'une part, « stabilisé » par un résonateur au quartz, et ce, sous onde très courte ; d'autre part, cette oscillation est modulée par une onde incidente quelconque, puis l'onde très courte ainsi modulée est détectée et amplifiée très puissamment par une seconde bigrille montée en superréaction. L'ensemble est de volume et de poids réduits et n'exige qu'une faible tension-plaque ne dépassant pas 20 volts.

Disons encore que le quartz n'est pas le seul corps qui permet l'étude de ces phénomènes, que nous les avons trouvés dans des échantillons d'acide tartrique ainsi que dans les cristaux de sel de seignette. Ces derniers, que nous appellerons les « cristaux parlants », feront l'objet d'un prochain article.

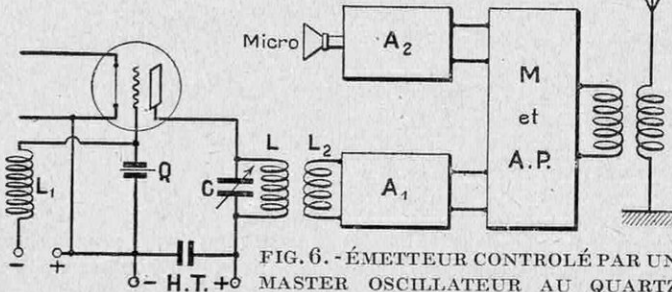


FIG. 6. — ÉMETTEUR CONTROLÉ PAR UN MASTER OSCILLATEUR AU QUARTZ

l'intermédiaire d'un amplificateur *A 1*. Le microphone est, d'autre part, relié au modulateur *M* de l'émetteur par un amplificateur *A 2*.

Nepouvant entrer dans plus de détails dans le cadre de cet article, nous nous tenons à la disposition de nos lecteurs pour leur fournir toutes les précisions complémentaires qui leur seraient utiles.

Nous ajouterons, pour terminer, qu'il semble que les emplois du quartz oscillant ne soient pas

La T. S. F. à l'Étranger

Le rectificateur de Ruben

La généralisation des secteurs distribuant le courant alternatif a poussé de nombreux chercheurs à imaginer des dispositifs permettant la rectification de ce courant en pulsations de sens invarié ; de là sont nés les rectificateurs ou redresseurs.

Des principes très différents président à la réalisation de dispositifs variés.

Le rectificateur le plus simple — en principe — est l'électrolytique, basé sur la conductibilité unilatérale d'un appareil comportant une électrode d'aluminium et une électrode de plomb baignant dans un électrolyte convenable. Ce dispositif présente un certain nombre d'inconvénients : d'abord, la nécessité d'une « formation » préalable, puis le désagrément d'emploi d'un liquide ayant toujours tendance à s'échapper, par capillarité, du vase qui le contient, ce qui en interdit l'usage dans une pièce habitée ; enfin, il nécessite des soins constants et de fréquents nettoyages.

Pour parer à ces inconvénients, on a cherché à réaliser des redresseurs électrolytiques ne comportant pas d'électrolyte liquide.

Il semble que les premiers essais dans cette voie, basée sur la conductibilité unilatérale de certains corps solides en contact (théorie des systèmes détecteurs à cristal), aient été tentés par Pawlowski, en 1904.

Ce savant utilisait comme redresseur un couple solide dont l'une des électrodes était une lame d'aluminium et la seconde, du sulfure de cuivre.

Ouvrons une parenthèse à ce sujet. Il existe, chimiquement parlant, deux sulfures de cuivre : l'un, le sulfure cuivreux Cu_2S , est la *chalkosine* naturelle et peut être reproduit facilement dans les laboratoires en chauffant un mélange de 25 grammes de soufre avec 100 grammes de tournure de cuivre ; ce sulfure est stable et convient comme électrode de rectificateur ; l'autre, le sulfure cuivrique CuS , obtenu en faisant passer un courant d'hy-

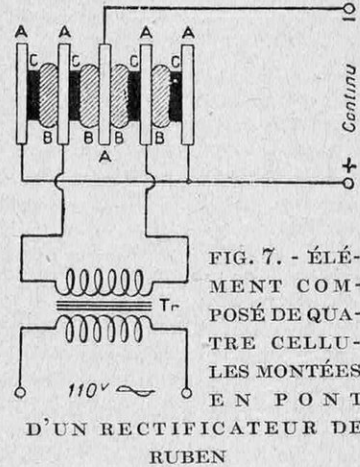


FIG. 7. — ÉLÉMENT COMPOSÉ DE QUATRE CELLULES MONTÉES EN PONT D'UN RECTIFICATEUR DE RUBEN

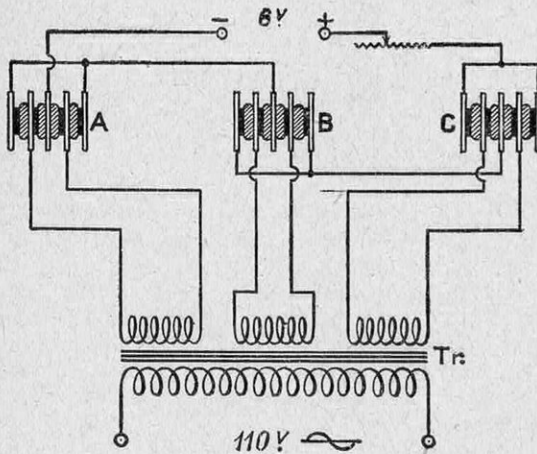


FIG. 8. — MONTAGE COMMERCIAL D'UN RECTIFICATEUR RUBEN

drogène sulfuré dans du chlorure cuivrique (obtenu en dissolvant de l'oxyde de cuivre dans de l'acide chlorhydrique), est instable, s'oxyde à l'air humide et se décompose par la chaleur ; il ne saurait donc être utilisé dans le cas envisagé.

Dans le dispositif de Pawlowski, le courant passait lorsque l'aluminium était connecté au pôle négatif et s'interrompait en inversant le sens du courant. Mais la durée de ces couples était éphémère d'une part ; d'autre part, ils nécessitaient une « formation » par étincelles chaque fois qu'on voulait les mettre en service. Ces défauts rendaient ce rectificateur pratiquement inutilisable.

Récemment, un savant américain, Samuel Ruben, a repris cette idée et paraît avoir résolu le problème du redresseur à contacts solides.

Son appareil (fig. 7) consiste en systèmes unitaires composés chacun de quatre éléments rectificateurs, chaque élément étant composé d'un disque de métal *A*, d'un disque dont la composition reste secrète, *B*, comportant une forte proportion de sel cuivreux ; enfin, d'une pellicule *C* dont la nature n'est pas connue, mais qui n'est pas un composé hygrométrique.

La durée des éléments est fonction de la tension qui leur est appliquée ; pour que cette durée soit, en pratique, illimitée, il ne faut pas dépasser 15 volts par système, les éléments de chaque système étant montés en « pont », comme le montre la figure 7.

D'autre part, la tension d'inversion nécessaire pour polariser les éléments étant de 11 volts, on voit que pour charger une batterie d'accumulateurs de trois éléments, dont la tension, en fin de charge, est voisine de 7 v. 5, et pour conserver à l'appareil un coefficient de sécurité convenable, il est nécessaire d'utiliser trois systèmes rectificateurs montés en tension.

Ce montage, commercialisé sous le nom d'Elkon Trickle Charger, est représenté par la figure 8.

Il a l'avantage de ne dégager ni gaz ni vapeurs, de ne comporter aucun liquide ; enfin, d'être constitué par des éléments à remplacement instantané.

Ajoutons qu'après des essais qui ont duré 2.400 heures, les éléments n'avaient subi aucune modification.

De plus, Ruben serait parvenu à utiliser ces éléments comme oscillateurs, d'après la technique utilisée avec la zincite.

Espérons que nous verrons bientôt, en France, ce type de rectificateur extrêmement intéressant.

Conseils pratiques

Garantissez vos postes contre les indiscrets

Il arrive fréquemment à plus d'un amateur de trouver, après une absence plus ou moins prolongée, ses accumulateurs vides, ou, chose plus grave, ses lampes grillées.

Ces désagréments sont, la plupart du temps, le fait d'indiscrets qui, sans y rien connaître, ont voulu faire fonctionner le poste en l'absence de son propriétaire.

La simple déconnexion des batteries est à peu près inopérante dans ce cas ; elle favorise, au contraire, l'erreur. Il existe un moyen plus simple que nous signalons à nos lecteurs, qui évite radicalement les indiscretions et leurs fâcheuses conséquences. C'est d'user d'une connexion à secret qui se présente normalement sous forme de prise terminale du fil dit « commun », unissant au poste le négatif de haute tension et le positif de chauffage des filaments.

Ce dispositif, très simple, consiste en un tube d'ébonite fileté intérieurement dans lequel se vissent, comme le montre la

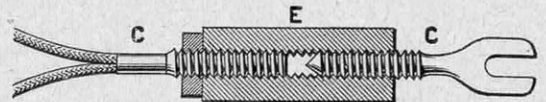


FIG. 9. — COUPE DU DISPOSITIF DE SÉCURITÉ EN POSITION DE « COUPURE »

E, manchon d'ébonite ; C C, connexions.

figure 9, d'une part la griffe de prise qui s'adapte à la borne du poste, d'autre part, l'arrivée des fils de branchement.

La connexion n'est assurée par ce petit appareil que lorsque les deux parties métalliques, vissées à fond, sont en contact.

En quittant le poste, un tour de vis à l'une des connexions, et il devient absolument impossible de se servir de l'appareil si l'on ne connaît le secret.

Il est bon, toutefois, pour ne pas attirer spécialement l'attention de ce côté, de garnir les autres prises de manchons d'ébonite, qui n'ont pour but que de donner le change.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Pour obtenir des auditions phonographiques d'une grande valeur artistique

QUAND on écoute, au phonographe, une reproduction d'une œuvre musicale quelconque, aussi bien que la parole, on est surpris de constater que l'instrument mange, en quelque sorte, les notes graves, qui disparaissent, parfois, complètement.

Ce défaut serait dû à la membrane qui absorbe certaines vibrations, en particulier celles qui correspondent aux notes basses.

Pour remédier à cet inconvénient, on a cherché, depuis longtemps, à modifier les membranes. On s'est aperçu également que la membrane n'est pas seule en cause et que le reproducteur doit être, lui aussi, étudié minutieusement dans toutes ses parties.

Celui que représente notre photographie et le dessin en coupe qui accompagnent ce texte, est une solution entièrement nouvelle du problème. Quand on l'entend, on est surpris du volume du son, particulièrement dans les notes graves, qu'il développe dans toute leur ampleur.

La membrane a fait l'objet des principales recherches. Elle est construite en dur

aluminium, avec une forme tout à fait spéciale. La partie centrale est un cône auquel est fixé le porte-pointe; ce cône ne vibre pas lui-même, mais il est simplement destiné à transmettre à la couronne périphérique qui l'entoure et qui a été ondulée à la presse, les vibrations reçues du porte-pointe et de

la pointe. On voit, sur notre dessin, que cette membrane est serrée entre deux bagues en caoutchouc, qui limitent les vibrations à la partie libre. La construction métallique de cette membrane répond très bien aux nécessités imposées par l'enregistrement électrique de la parole qui donne des disques mieux gravés, mais qui use rapidement certaines membranes. Résistante, en même temps que très mince, cette membrane donne entière satisfaction.

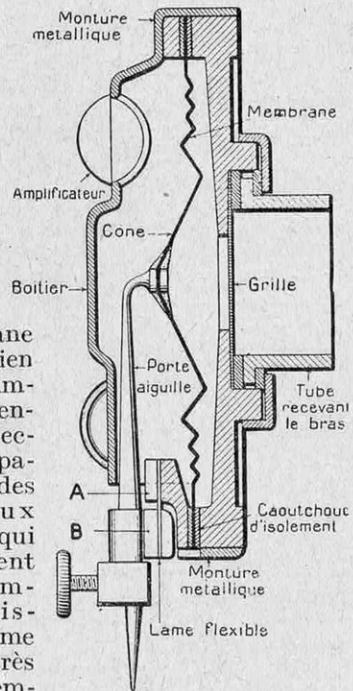
D'autre part, le porte-pointe est mobile, non pas sur des couteaux, mais sur une légère lame métallique serrée sur une pièce *A* appartenant au bâti et sur une seconde pièce *B* solidaire du porte-pointe. La flexibilité de cette lame assure une transmission régulière des vibrations de la pointe à la membrane.

Ajoutons, enfin, que la membrane est recouverte d'une boîte métallique, percée de trous à moitié recouverts d'une portion de calottes s'ouvrant toutes dans le même sens.

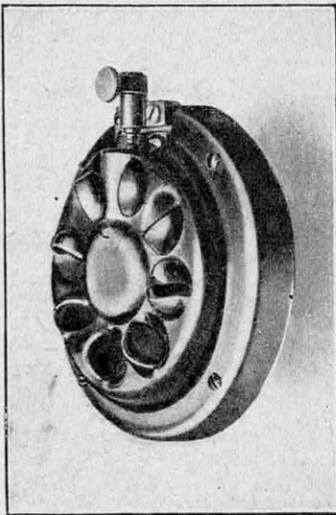
L'ensemble constitue un appareil scientifiquement établi, qui permet de donner aux auditions phonographiques une valeur artistique remarquable.

Revêtement de faïence facile à poser

L'EMPLOI de la faïence, pour le revêtement des murs, des cloisons, des parquets, des meubles, se généralise de plus en plus et on doit s'en féliciter, car il est évident que c'est là un moyen sûr de réaliser



COUPE DE L'APPAREIL
« MIRAPHONIC »

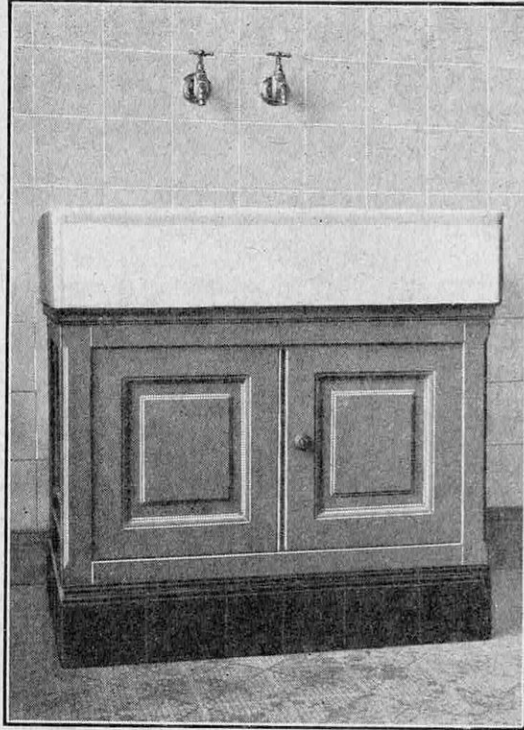


VUE DU « MIRAPHONIC »,
NOUVEL APPAREIL REPRO-
DUCTEUR DE LA PAROLE

des ensembles faciles à nettoyer et à désinfecter.

M. Vinet a récemment imaginé et mis au point un procédé permettant d'effectuer ces revêtements avec une grande rapidité. C'est ainsi que l'on peut construire des meubles démontables, entièrement ou partiellement revêtus de faïence, qui, on le sait, est inaltérable à l'air de même qu'aux liquides et aux acides. Son entretien est pratiquement nul, sa durée illimitée.

Le procédé de M. Vinet consiste dans l'emploi de panneaux de bois de construction simple, légers, solidement triangulés à l'aide d'écharpes métalliques inoxydables, formant, par conséquent, des monolithes

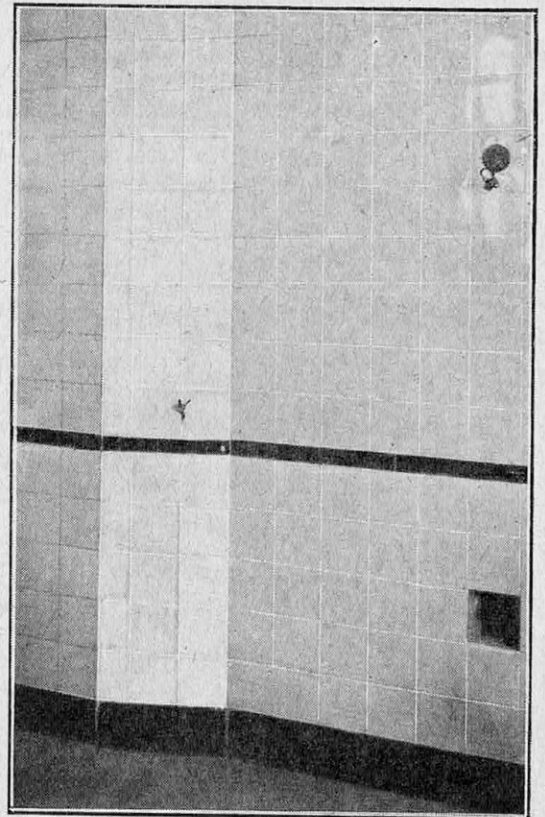
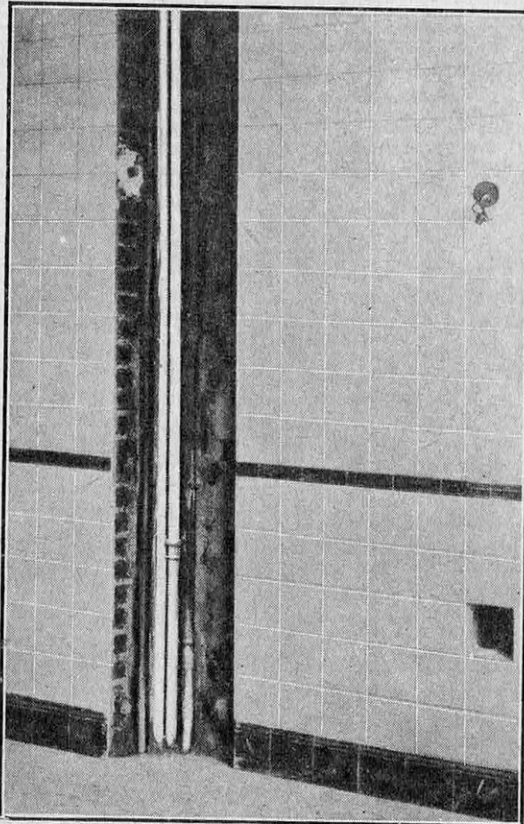


LA FAÏENCE UTILISÉE SUR UN LAVABO

indéformables. Le métal employé est très mince.

Le bois permet la fixation de toute ferrure décorative et l'ajustage précis des divers éléments ne présente aucune difficulté. Pour éviter qu'ils ne subissent l'influence des variations de l'état hygrométrique, les éléments de chaque panneau ont été ramenés à des dimensions telles qu'ils ne peuvent « jouer ». Enfin, le bois est rendu imputrescible par l'injection d'un hydrofuge.

Les photographies ci-jointes représentent quelques-unes des nombreuses applications de ce nouveau mode de revêtement, d'un emploi facile et rapide.



UN FAISCEAU DE TUYAUTERIE PEUT ÊTRE CACHÉ PAR LE REVÊTEMENT DE FAÏENCE

Cette lampe électromécanique, à haut rendement, peut tenir aisément dans une poche de gilet

Si les lampes électriques de poche conquirent surtout un grand succès pendant la guerre, elles n'en restent pas moins un accessoire quasi indispensable de la vie moderne. On sait que, pour éviter le changement fréquent de pile, les constructeurs se sont ingénies à mettre au point des lampes dont le courant est fourni par une minuscule génératrice électrique actionnée à la main.

Diminuer l'encombrement et le poids d'un tel appareil, augmenter son rendement, trouver un dispositif ne nécessitant qu'un faible effort, construire un ensemble robuste et simple, tels sont les points sur lesquels devaient se concentrer tout naturellement les recherches des ingénieurs.

La lampe établie par MM. Bréguet frères et représentée ci-contre, paraît résoudre heureusement ce délicat problème. De forme parfaitement arrondie, dans un boîtier de matière plastique, ne pesant que 175 gr., elle tient aisément dans la poche du gilet, sa longueur étant de 7 cm 5, sa largeur de 5 centimètres, son épaisseur de 2 centimètres. Le diamètre de la lentille est également de 2 centimètres.

L'âme de cette lampe est un petit alternateur, qui passe pour le plus petit du monde, capable de fournir une puissance de 1 watt avec un poids de 42 grammes seule-



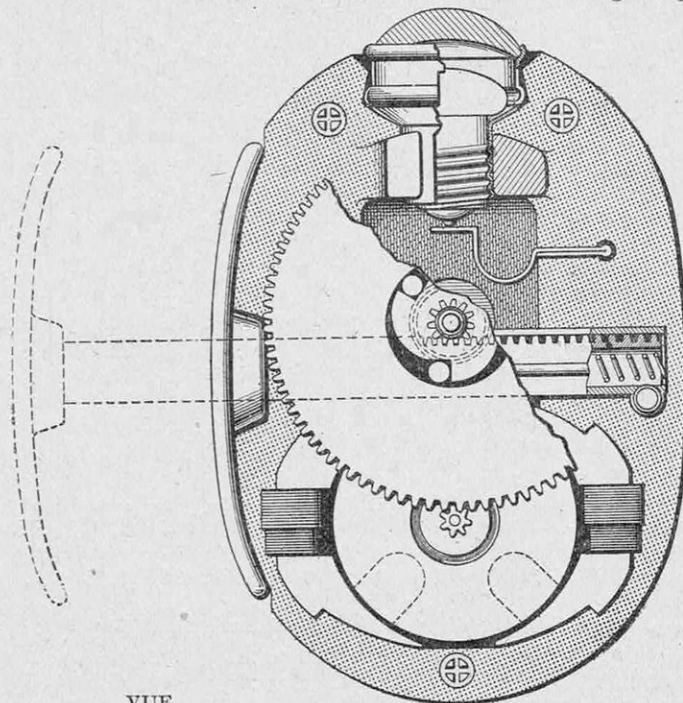
COMMENT ON ACTIONNE LA LAMPE DE POCHE

ment. L'inducteur mobile, ou roue polaire, pèse 24 grammes, l'induit complet, 18 gr. La roue polaire a la forme de celle d'un alternateur industriel, mais ne porte pas de bobines excitatrices. Elle est faite en acier magnétique spécial. L'induit fixe porte deux bobines, chacune enroulée sur une moitié de l'armature.

L'entraînement de la roue polaire est réalisé au moyen d'une poignée portant une crémaillère droite engrenant avec un pignon qui, muni d'un cliquet permettant le retour en arrière de la poignée et d'une grande roue dentée, actionne l'alternateur. La transmission a donc été simplifiée d'une façon remarquable.

Une telle réalisation eût été cependant inutile si la fabrication eût été défectueuse. Aussi celle-ci est-elle particulièrement soignée. Toutes les dentures sont taillées avec une grande précision sur des machines automatiques, les pignons trempés sont soigneusement polis dans toutes leurs parties, le montage est réalisé sans le secours d'aucune vis, ce qui assure à l'appareil une grande robustesse.

Un ingénieux dispositif permet de mettre facilement en place n'importe quelle ampoule de lampe de poche.



VUE
EN COUPE DE LA LAMPE ÉLECTROMÉCANIQUE DE POCHE

Un appareil pratique pour les ménagères

COMBIEN de fois n'entend-on pas les ménagères se plaindre de la difficulté qu'elles éprouvent pour monter une mayonnaise ! C'est là cependant une préparation bien aisée si l'on veut s'astreindre à ne verser, au début de l'opération, que très peu d'huile à la fois. Le peu de temps que l'on semble perdre au commencement est bien vite rattrapé par la suite.

Pour faciliter ce travail, de nombreux appareils, en général rotatifs, ont été imaginés. Est-il indispensable de tourner les œufs pour bien les mélanger à l'huile ? Evidemment non, comme il est également évident que le sens de rotation importe peu, contrairement à certaines croyances. Pourvu que le mélange de l'œuf et de l'huile soit bien intime, cela suffit, quel que soit le moyen employé pour atteindre le but poursuivi.

L'appareil très simple représenté par notre photographie, n'est pas rotatif et permet d'obtenir rapidement le résultat cherché. Il se compose simplement d'une boîte cylindrique de 20 centimètres de haut et d'un batteur, constitué par une tige à laquelle est fixée une rondelle métallique percée de trous. Pour monter une mayonnaise, il suffit de mettre au fond du cylindre le sel, poivre, moutarde, vinaigre et jaune d'œuf nécessaires, puis de frapper avec le batteur quelques petits coups répétés. Ensuite, on ajoute l'huile, en la versant tout doucement au début, et l'on continue de frapper. La mayonnaise est rapidement exécutée, et cela sans aucun risque de la « brousser ».

On peut de même, et très facilement, préparer des œufs à la neige, la crème Chantilly, des meringues, etc.

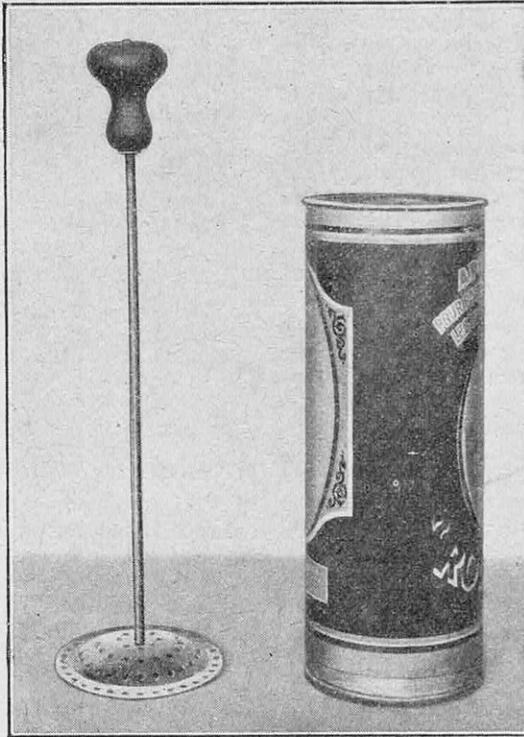
Le filtre Chamberland système Pasteur

DANS notre n° 119 de mai 1927, page 463, nous avons signalé le filtre « Chamberland ». Il faut lire « FILTRE CHAMBERLAND SYSTÈME PASTEUR », la première dénomination ne correspondant pas à un appareil existant.

Nous répétons ici les caractéristiques de ce filtre.

Le « FILTRE CHAMBERLAND SYSTÈME PASTEUR » donne, après filtrage, l'eau biologiquement pure, tout en lui conservant tous ses sels nutritifs et toutes ses qualités digestives. Les filtres branchés sur les canalisations d'eau peuvent donner, en eau pure, des débits variant de 25 litres à un mètre cube par vingt-quatre heures, suivant l'importance de l'appareil installé, le nombre de bougies filtrantes employées et la pression exercée sur celles-ci. Des appareils fonctionnant sans pression donnent également l'eau pure dans les endroits où l'eau sous pression n'existe pas. Le filtre « colonial » et le filtre « de voyage » rendent

de grands services aux colonies, où l'eau est presque toujours malsaine. V. RUBOR.



VUE DE L'APPAREIL A BATTRE LES ŒUFS

Adresses utiles

pour les « A côté de la Science »

Reproducteur de sons : M. THORENS, 2, rue de Lancry, Paris (10^e).

Revêtements de faïence : M. VINET, 39, cité Cahen, Arras (Pas-de-Calais).

Lampe de poche : MM. MANFREDI FRÈRES et C^{ie}, avenue de la Plaine, Annecy (Haute-Savoie); General Oversea Export C^o, 14, rue de Bretagne, Paris (3^e).

Appareil à battre les œufs : M. RODREY, 16, rue du Marché-Popincourt, Paris (11^e).

Filtre Chamberland système Pasteur : 58, rue Notre-Dame-de-Lorette, Paris (9^e).

A TRAVERS LES REVUES

CHAUFFAGE

LE BILAN THERMIQUE, par Emilio Damour.

Après un court historique des travaux effectués pour établir correctement le bilan thermique, qui est le décompte des calories dans les différentes étapes de la combustion, l'auteur en expose le but : établir le rapport de la chaleur utilisée à l'énergie calorifique totale mise en œuvre, c'est-à-dire le rendement d'un appareil de chauffage ; ses buts secondaires sont la répartition des quantités de chaleur utilisées ou perdues afin d'exercer une surveillance nécessaire sur les différentes étapes de la combustion. C'est une véritable comptabilité en partie double.

M. Damour se borne à l'étude des fours à gaz et montre quelles sont les diverses opérations à effectuer pour établir leur bilan thermique. Il applique cette théorie à l'exemple d'un four Siemens de verrerie et en tire des conclusions pratiques au sujet de l'amélioration du rendement.

« *Chaleur et Industrie.* » (N° 85.)

CHEMINS DE FER

NOUVELLES LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES A MARCHANDISES DU NEW-YORK CENTRAL RAILWAY.

Ces locomotives sont destinées à remorquer des trains très lourds, de 3.000 tonnes, à une vitesse de 50 kilomètres-heure.

Chaque locomotive pèse environ 170 tonnes. Les huit essieux, trois moteurs, sont répartis entre deux trucks articulés, montés chacun sur deux boggies. Chaque moteur développe 415 ch au régime de 575 ampères sous 600 volts. La puissance en régime continu est de 332 ch et la puissance unihoraire de la machine est de 3.320 ch.

Les essais ont permis de constater le bon fonctionnement de trains de plus de 3.000 tonnes, comptant 108 véhicules avec une proportion de 75 % de wagons vides et 50 % de wagons de 50 tonnes.

« *Le Génie civil* » (n° 2334, d'après l'*Electric Railway Journal*).

DE L'EMPLOI DES HAUTES PRESSIONS POUR LES LOCOMOTIVES A VAPEUR A PISTONS, par Emile Spiess.

M. Spiess étudie deux types de machines : la locomotive Baldwin, construite en 1926, d'une puissance de 4.500 ch, marchant à la pression de 24 kilogrammes, et la locomotive Henschel, à trois cylindres : un cylindre haute pression à 60 kilogrammes, deux cylindres basse pression à 14 kilogrammes.

La première locomotive offre une puissance soutenue très élevée, avec un taux de consommation légèrement inférieur à celui des locomotives normales ; la deuxième, avec un poids relativement faible et un effort du crochet à peine supérieur aux locomotives normales de même classe, permet une grosse économie de consommation.

Il reste bien des essais à faire pour arriver à réaliser simultanément les avantages de ces deux

machines. Tous les espoirs sont cependant permis par suite des résultats obtenus et surtout de ceux qu'ils laissent entrevoir.

« *Les Chemins de fer et les Tramways* (18^e année, n° 5).

COLONIES

LA MISE EN VALEUR DE L'AFRIQUE OCCIDENTALE FRANÇAISE (A. O. F.), par M. des Longchamps.

Sur les 11 millions et demi de kilomètres carrés et les 60 millions d'habitants que compte l'empire colonial français, l'A. O. F., avec ses 4.800.000 kilomètres carrés et ses 13,5 millions d'habitants, mérite une étude spéciale.

L'auteur expose, dans un aperçu économique très intéressant, qui montre les ressources très variées de cette vaste colonie, ce dont l'A. O. F. a besoin pour accroître sa prospérité :

Un accroissement de la population indigène sous l'effet de mesures d'hygiène et d'assistance médicale ; un outillage économique plus complet de voies ferrées (qui compte déjà 3.000 kilomètres), de routes (actuellement 35.000 kilomètres), de ports, etc. ; enfin, et surtout, un afflux de capitaux, d'entreprises privées nouvelles et solidement constituées. Il est à remarquer, en effet, que ce sont moins les hommes que les capitaux qui font défaut. Les demandes d'emploi pour nos colonies sont beaucoup trop nombreuses, car, souvent, les volontaires s'imaginent que, sans technicité, sans titres, ils sont aptes à remplir, n'importe où, n'importe quel emploi. C'est une erreur à combattre.

« *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.* » (126^e année, n° 3.)

ÉLECTRICITÉ

MOTEUR ÉLECTRIQUE A FACTEUR DE PUISSANCE ÉGAL A 1.

Dans toute installation à courant alternatif, on sait que l'on doit faire intervenir le facteur de puissance qui permet de se rendre compte du décalage du courant sous la tension et, par suite, du courant réellement utile.

L'*Electrical Review* indique comment peut être établi un moteur « All-Watt » qui n'emprunte aux réseaux que de l'énergie réelle et pas d'énergie dite déwattée (utilisée uniquement comme courant de magnétisation).

Cet article donne les diverses connexions de ce moteur et montre que l'addition d'un compensateur à un moteur asynchrone ordinaire est compensée par l'économie résultant du facteur de puissance très élevé.

« *Electrical Review.* »

GAZ

L'INDUSTRIE DU GAZ EN FRANCE, IL Y A CINQUANTE ANS ET AUJOURD'HUI.

Il y a cinquante ans, toute la technique gazière était dominée par le souci de produire un gaz dont le pouvoir éclairant fût conforme aux conditions exigées par les contrats de concession. Pour réaliser une exploitation économique, on était alors conduit à distiller la houille à température la plus élevée possible. La plupart des usines à gaz étaient équipées avec des fours

à cornues horizontales, chauffés, le plus souvent, au coke; puis vint le chauffage par combustible gazeux produit dans des gazogènes.

Les perfectionnements apportés furent très progressifs, ainsi que le montre cette étude. Successivement furent améliorées les conditions de chargement et de déchargement, de distillation, de condensation, d'épuration, ainsi que le montre cette étude.

La cherté de la houille, la guerre, grande consommatrice des sous-produits, ont incité les techniciens de l'industrie gazière à augmenter la quantité de sous-produits extraits du charbon.

Le but de l'ingénieur doit être de réaliser la transformation des calories brutes, contenues dans la houille, en des calories « fines » économiquement utilisables sous les formes les plus diverses. Cet article nous montre le prodigieux développement de l'industrie gazière, les transformations qu'elle a subies, ses tendances actuelles.

Une comparaison entre l'utilisation du gaz il y a cinquante ans et aujourd'hui montre, d'une façon éclatante, l'importance primordiale de cette industrie.

« *Journal des Usines à gaz* » (51^e année, n^o 9).

HYDRAULIQUE

LES AMÉNAGEMENTS HYDROÉLECTRIQUES DU LAC MATESE (ITALIE MÉRIDIONALE), par T. Pausert.

Pour utiliser les eaux de ce lac, deux usines ont été édifiées et, depuis leur construction, ont pleinement rempli le rôle de régulateur vis-à-vis des usines avec lesquelles elles travaillent en parallèle. A cause des précipitations atmosphériques irrégulières et de la faible altitude des montagnes de la province de Caserte où est situé ce lac, les conditions hydrographiques ne sont pas très favorables. Après les avoir étudiées, l'auteur décrit en détail ces deux usines, avec leurs ouvrages de prises d'eau, les conduites

forcées. L'interconnexion électrique des usines est également étudiée.

« *Revue générale de l'Electricité* » (tome XXI n^o 18).

MACHINES THERMIQUES

LES MOTEURS A HUILE LOURDE EN 1927, par Marc Arsène-Henry.

Les progrès des moteurs à huiles lourdes n'ont cessé de se poursuivre très rapidement. Cette étude de « mise au point » de cette question permet de constater les améliorations considérables qu'ont reçues ces machines et l'augmentation de puissance remarquable qui a été réalisée. Il y a seulement deux ans, les plus fortes unités atteignaient à peine 10.000 ch, alors qu'aujourd'hui on rencontre des Diesel fixes de 15.000 ch.

C'est grâce aux perfectionnements apportés dans l'étude du fonctionnement de ces moteurs que ces résultats ont été obtenus.

Après avoir étudié les moteurs semi-Diesel, dans lesquels l'injection d'eau tend à disparaître et qui permettent le renversement de marche, point essentiel pour les machines marines, l'auteur passe aux moteurs « super-Diesel », dans lesquels la compression est assez élevée pour réaliser l'auto-allumage. L'amélioration de la pulvérisation et du brassage du combustible, la suralimentation sont successivement exposées.

Les applications du Diesel de grande puissance à la marine croissent chaque jour (1). Il en est de même pour la traction, la mise en marche immédiate, la présence d'un seul mécanicien, le grand rayon d'action dû au faible poids du combustible, etc., tous les principaux avantages de ces moteurs de traction.

« *La Technique moderne* » (19^e année, n^o 11).

(1) Voir l'article « Qu'est-ce qu'un Motorship ? » dans le numéro 120 de juin 1927 de la *La Science et la Vie*.

A NOS LECTEURS. — Le centenaire de Marcelin Berthelot vient d'être célébré tout dernièrement. Nous prions nos lecteurs de se reporter à l'article paru dans le n^o 112 d'octobre 1926 de *La Science et la Vie*, sous la signature de Marcel Boll, qui expose très clairement les remarquables travaux du grand savant français.

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, Dantzig, République Dominicaine, États-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Guyane, Honduras, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie, Japon, Nicaragua, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Siam, Suède, Suisse.

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés	{ 1 an.... 100 fr.
chis.....	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 70 fr.	Envois recommandés	{ 1 an..... 90 fr.
chis.....	{ 6 mois... 36 —		{ 6 mois... 45 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

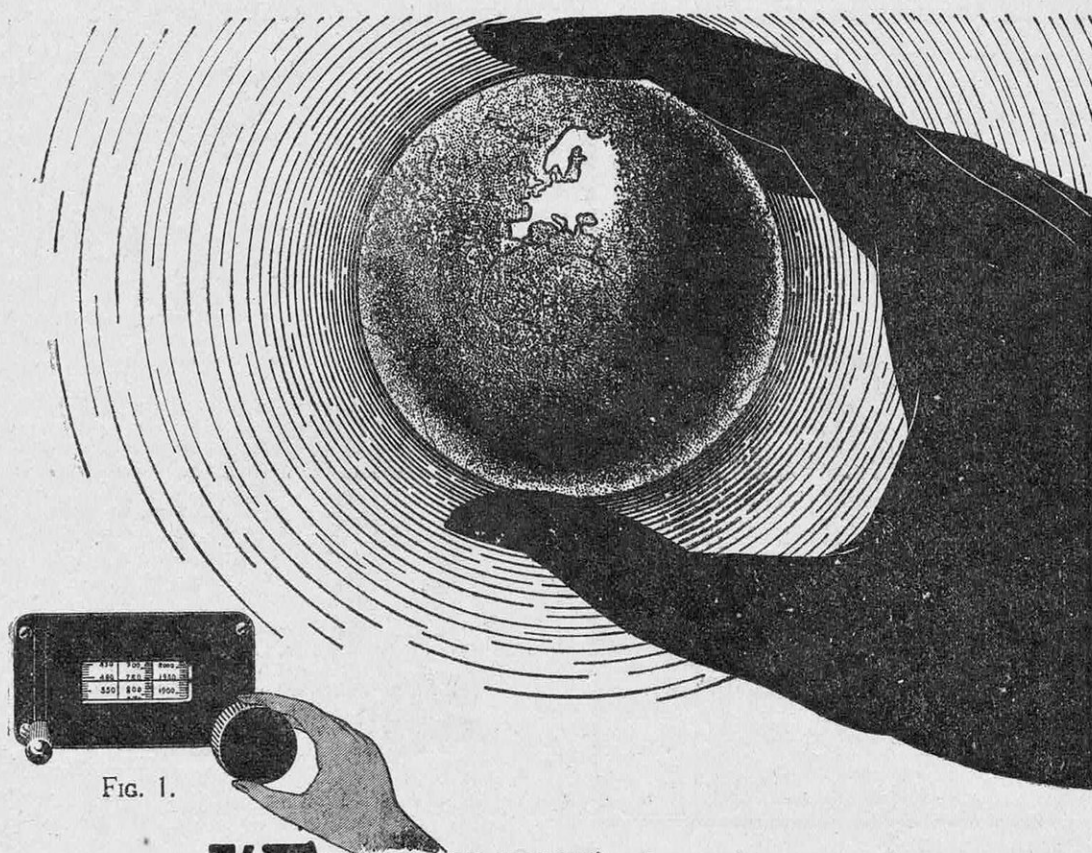


FIG. 1.

L'EUROPE tourne entre deux doigts

PLUS DE RÉGLAGE !

Le "SYNCHRODYNE" assure la réception automatique des radio-concerts européens. C'est un *Superhétérodyne à automatisme intégral*.

Instantanément, vous passez de Londres à Berlin, de Berlin à Vienne, de Vienne à Madrid, à Rome, Bruxelles, Barcelone, etc..., en faisant, pour ainsi dire, tourner l'Europe entre vos doigts, par l'unique manœuvre d'un bouton qui fait défiler dans une fenêtre, et devant un trait noir servant de repère, toutes les longueurs d'ondes des stations européennes (fig. 1).

Le meuble (fig. 2) contient le récepteur et tous ses accessoires : piles, accus et cadre orientable.

**Démonstration à domicile dans toute la France
SANS ENGAGEMENT DU CLIENT**

TOUS RENSEIGNEMENTS FRANCO SUR LE "SYNCHRODYNE"

Etablissements RADIO-L. L. 66, rue de l'Université, 66
PARIS

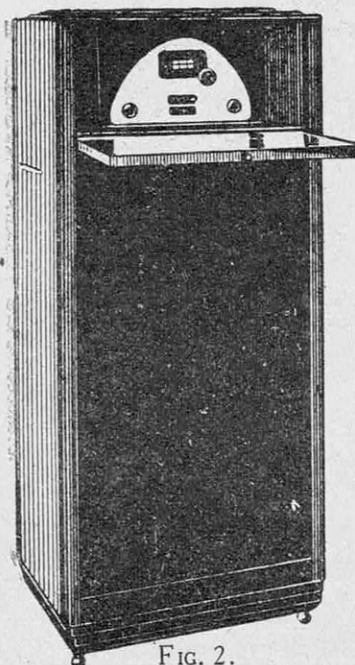


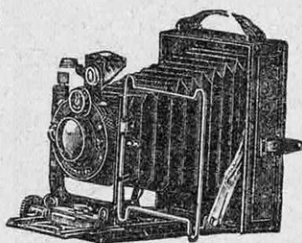
FIG. 2.

**LE SUCCÈS...
en PHOTO... en CINÉMA...**

EST ASSURÉ PAR

PHOTO-OPÉRA

21, RUE DES PYRAMIDES, PARIS (AV. OPÉRA)



les
meilleurs
APPAREILS
au
meilleur
PRIX

Catalogue général illustré contre **2 fr. 50**

Extrait du catalogue franco 0 fr. 50

T.
S.
F.

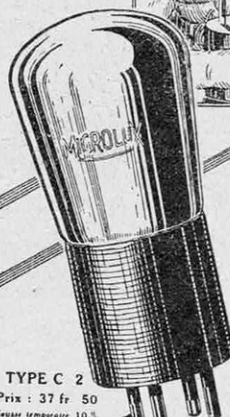
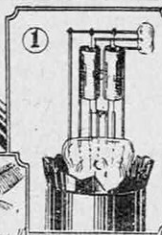
Postes Radio-Opéra
Pièces détachées

Notice franco 1 fr. 50

Catalogue gén. illustré franco 6 fr.

T.
S.
F.

deux filaments
deux grilles
deux plaques



La nouvelle Lampe MICROLUX C 2 est formée en réalité de **DEUX LAMPES DANS UNE** même ampoule, comme le montre la fig. 1 qui représente le montage interne

Quand l'une est hors d'usage, il suffit de connecter le filament de la seconde (fig. 11) pour lui rendre son efficacité première

Les deux filaments fonctionnant ensemble constituent en outre une **LAMPE DE PUISSANCE** qui, utilisée au dernier étage d'amplification, donne en haut-parleur une audition forte et pure

TYPE C 2

Prix : 37 fr. 50

Hauteur température 10%

MICROLUX

Notice et échantillon franco sur demande

1, Rue de Metz - PARIS-X

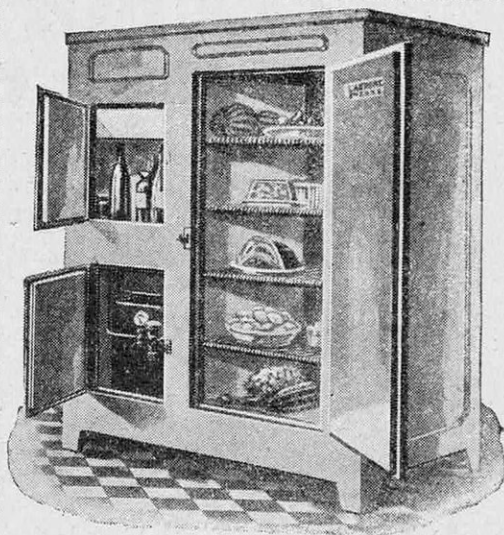
Les nouvelles "MICROLUX" sont livrées 8 jours à l'essai par colis-échantillon spécial.

Les Types se suivent...
mais dans chaque catégorie

PALF

**RESTE
LE CONDENSATEUR
DE QUALITÉ**

PALF, 16, Ch. des Saints - BESANÇON



Armoire Frigorifique "L'AURORE"

Produit du froid, pour la conservation des denrées alimentaires, et de la glace pour les besoins domestiques. Fonctionnement automatique: il suffit de brancher le courant aux bornes de l'appareil pour obtenir la mise en marche. Entretien nul. Consommation de courant insignifiante. - - - - Notice franco.

Et^{es} PRÉVOT et LORDEREAU, Montereau (S.-et-M.)

Frais susceptibles d'être influencés par le graissage

dépréciation 30%
essence 19,5%
réparations 8,5%

Frais non susceptibles d'être influencés par le graissage

assurances 12%
intérêts 9%
impôts 4%
pneus 8%
garage 5%

HUILE:

3.5%

38.5%

58%

LA plupart des avaries de moteurs proviennent de l'emploi d'huiles médiocres qui perdent rapidement à l'usage leur faible pouvoir lubrifiant.

Mobiloil est une huile supérieure. Les pétroles bruts dont elle provient sont sélectionnés et traités uniquement en vue d'obtenir un lubrifiant de pouvoir maximum.

L'emploi de Mobiloil, en améliorant le rendement de votre moteur et en protégeant les organes réduira :

**vos frais de réparation,
la dépréciation de votre voiture,
votre consommation d'essence.**

Pourquoi risquer, par l'emploi d'une huile ordinaire, de vous priver d'économies importantes sur ces chapitres qui représentent 58 % de la dépense totale d'une automobile, puisque la dépense d'huile est seulement de 3 à 4 % environ.

Notre brochure "Le Graissage rationnel de votre voiture" vous sera envoyée gratuitement sur demande. Remplir le coupon ci-dessous et nous le retourner.



Mobiloil

Consultez notre Tableau de Graissage

VACUUM OIL COMPANY S.A.F. - 34, Rue du Louvre - PARIS

VACUUM OIL COMPANY S.A.F.
34, Rue du Louvre - PARIS

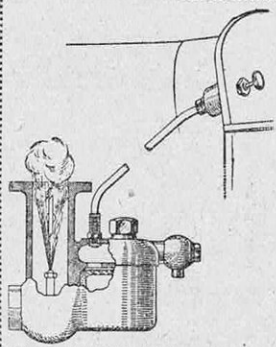
Pour envoi gratuit de la brochure "Le Graissage rationnel de votre voiture".

Nom

Adresse

Marque de la voiture

A retourner sous enveloppe fermée. 3-H



APPELGAS

APPELS PNEUMATIQUES
POUR ESSENCE - - - -

Prix: 36 francs - (Franco France et Colonies : 37 fr. 50)

Voir description dans le N° d'Août

EN VENTE CHEZ TOUS LES GARAGISTES
et 17, avenue Victor-Hugo, 17, PARIS (16^e)

Etab^{ts} MOLLIER
67, rue des Archives, Paris
Magasin d'exposition : 26, av. de la Grande-Armée

Le "CENT-VUES"



Minot

L'Eblouissant
Dispositif Auto-Dévolteur pour Pathé-Baby
Eclairage intense - Surface de projection doublée

Photographie
Agrandi
Projeté

Nouvel appareil photographique utilisant le film cinématographique normal perforé par châssis de 2 mètres.

Se chargeant
en plein jour

APPAREILS
Cinématographique et de Projection

LA LAMPE
IDÉALE POUR

RADIO TSF FOTOS



4 VOLTS
5/100 AMPÈRE

Notice spéciale
sur demande

FABRICATION
GRAMMONT



Amateurs,

LA PERFECTION

vous est offerte

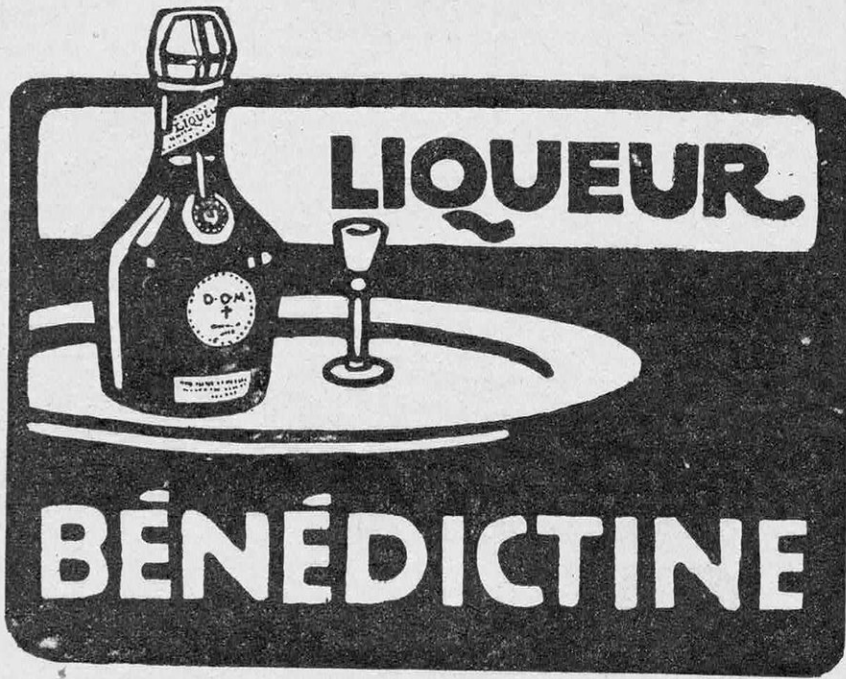
dans les Appareils *Zeigländer*

munis d'Objectifs *Zeigländer*

Stéreflectoscope 45 x 107 et 6 x 13

Représentants: **SCHOBERT et HAFNER**, 3, rue Laure-Fiot, Asnières - Tél.: Asnières 159

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



CATALOGUE GRATUIT
demandez-le
il vous intéressera !

NOS COURS PAR CORRESPONDANCE

constituent la meilleure méthode d'enseignement pour obtenir en peu de temps, à peu de frais, les **Diplômes de :**

1. **Comptable** - Correspondant en langues - Technicien en publicité - Secrétaire financier - Directeur de Banque - Ingénieur commercial.
2. **Ingénieur**, Conducteur en Electricité, Mécanique, Auto, Aviation, Construction civile, Béton, Architecture, Chimie, Métallurgie - Filature - Géomètre des Mines - - - - -
3. **Agronome** - Aviculteur - Régisseur de propriétés - Ingénieur en Brasserie, en Sucrierie - Directeur de laiterie et fromagerie - - -
4. **Dessinateur** artistique - Décorateur - Peintre - Maître de Sol-fège - Professeur de Piano, de Violon, d'Harmonie - - - - -
5. **Licencié** et Docteur en Droit, ès Lettres, Sciences naturelles, Sciences physiques et mathématiques, Politiques et sociales, Administratives, Economiques et financières - - - - -

Écrivez à l'**INSTITUT PHILOTECHNIQUE BUCHET Frères**
Tél. : Central 27-79 **94, rue Saint-Lazare, Paris-9^e** Tél. : Interspécial 10-33

VINGT-CINQUIÈME ANNÉE

MÊMES MAISONS

BELGIQUE : 7, rue Anneessens, BRUXELLES
ORIENT : 21, rue Bolbitine, IBRAHIMIEH (Alexandrie)



LE VALVOÏD

charge tous les accus de 2 à 12 v.

MODÈLE 1 lampe 1,5 A
 MODÈLE 2 lampes 3 A

Sans modification ni réglage

LES FILTRES

154 - 208 - 228

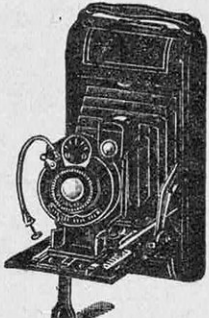
et le RECTIFILTRE, avec lampe Biplaque, vous donneront une alimentation parfaite de la tension-plaque de vos postes, avec le courant du secteur

V. FERSING, Ing^r-Const^r
 14, rue des Colonnes-du-Trône, Paris - Tél. : Diderot 8-453



HERMAGIS

OPTIQUE
APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES



**la grande marque française
chère à l'amateur**

offre une série de Foldings à pellicule 6 × 9, avec anastigmat Magir 1/6,3, obturateur au 1/100^e, véritable Vario, depuis... **275 fr.**

Notice spéciale S.V. sur demande

Et^{ts} HERMAGIS, 29, rue du Louvre, Paris


COMMENT ! VOUS NE DESSINEZ PAS ?

NE dites pas que cela vous est impossible. Car, sans vous déranger, sans troubler en rien vos occupations, vous pouvez suivre l'enseignement unique de l'Ecole A.B.C. Sa méthode extraordinaire vous initiera avec une facilité prodigieuse à toutes les connaissances pratiques du Dessin. Et vous recevrez, par courrier, les leçons particulières d'un de ses professeurs, choisis parmi les artistes professionnels les plus notoires.

Dès aujourd'hui, vous pouvez connaître notre méthode unique, le programme et le fonctionnement de nos Cours.

Vous n'avez qu'à demander l'Album d'Art, qui vous renseignera complètement sur tous ces points.

Il vous sera envoyé aussitôt gratuitement.



Croquis délicat d'un de nos élèves après six mois d'études.

ÉCOLE A.B.C. DE DESSIN
(Atelier A 70)

12, rue Lincoln. — PARIS

TRÉSORS CACHÉS

Toute Correspondance de Négociants, Banquiers, Notaires, Greffiers de paix et de Tribunaux, des années 1849 à 1880, renferme des Timbres que la maison

Victor ROBERT, 83, rue Richelleu, Paris

paye à prix d'or
Fouillez donc vos archives

Renseignements et Catalogue Timbres-poste sont envoyés franco gratis à toute demande.



ACHETE CHER LES COLLECTIONS

Avec la Tondeuse-Faucheuse
" RAPID-PERFECT "

VOUS COUPEREZ
gazons, herbes ligneuses
de toutes hauteurs

(Votr description n° de Mai)

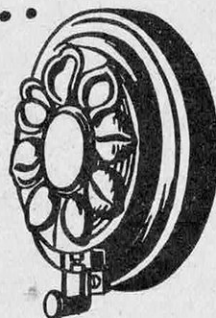


PRIX ET NOTICE

Et^{ts} GUENNETEAU, 38 et 40, Faub. St-Martin, Paris

*Tous, qui aimez
la bonne musique...*

Adaptez sur votre Phonographe (de n'importe quelle marque) le nouveau **Reproducteur MIRAPHONIC** ; vous serez émerveillés du changement de musique : de grêle, criarde, nasillarde, elle deviendra sonore, nourrie, ample, fine et pure. — Ce diaphragme ouvre un horizon nouveau, puisqu'il transforme le vulgaire phonographe en un véritable instrument de musique.



REPRODUCTEUR THORENS
MIRAPHONIC

AU VOLUME AMPLE, PLEIN DE RICHESSE, DONNANT LES NOTES GRAVES COMME LES HAUTES
(S'ADAPTE SUR TOUS LES APPAREILS)

Si votre marchand ne l'a pas, écrivez immédiatement

Se trouve dans toutes les
bonnes maisons de musi-
que de Paris et de province.

Henri DIÉDRICHS 2, rue de Lancry
PARIS (X^e)

AGENT GÉNÉRAL DES USINES THORENS

Situation lucrative

agréable, indépendante et active

dans le Commerce ou l'Industrie, sans Capital

Pour faire travailler un ingénieur dans une usine, il faut vingt représentants apportant des commandes ; c'est pourquoi les bons représentants sont très recherchés et bien payés, tandis que les ingénieurs sont trop nombreux. Les mieux payés sont ceux qui ont des connaissances d'ingénieur, même sans diplôme, car ils sont les plus rares et peuvent traiter les plus grosses affaires.

Pour une situation lucrative et indépendante de **représentant industriel**, **ingénieur commercial** ou, si vous préférez la vie sédentaire, de **directeur commercial** ; pour vous préparer rapidement, tout en gagnant, il faut vous adresser à

L'Ecole Technique Supérieure de Représentation et de Commerce

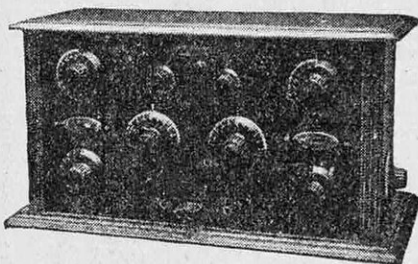
Fondée et subventionnée par « l'Union Nationale du Commerce Extérieur » pour la formation de négociateurs d'élite

Tous les élèves sont pourvus d'une situation


L'Ecole T. S. R. C. n'est pas universelle, elle est spécialisée, c'est la plus ancienne, la plus importante en ce genre, la seule fondée par des hommes d'affaires qui sont les premiers intéressés à faire gagner de l'argent à leurs élèves en les utilisant comme collaborateurs, et qui, seuls, sont qualifiés pour décerner un diplôme efficace ; la seule de ce genre qui enseigne d'abord par correspondance les meilleures méthodes et qui perfectionne ensuite facultativement l'élève sur place en le faisant débiter sous la direction de ses professeurs, avec des gains qui couvrent ses frais d'études. Avant toute décision, demandez la brochure n° 66, qui vous sera adressée gratuitement avec tous renseignements, sans aucun engagement, à l'Ecole T. S. R. C.

58 bis, Chaussée d'Antin, PARIS

T. S. F.



CATALOGUES FRANCO

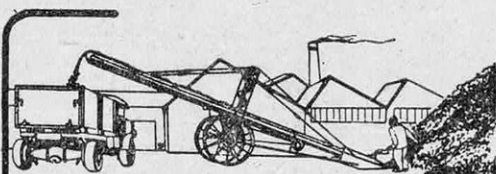
Les Etablissements **ROBERT LÉNIER** 
 61, rue Damrémont, 61 — PARIS-XVIII^e
 Ancien officier radiotélégraphiste de la Marine

Seul constructeur du *Véritable C. 119*

POSTES DE HAUTE PRÉCISION.

Neutrodyne — Auto-Filtreur — Transatlantique

POSTES EN PIÈCES DÉTACHÉES de haute précision,
 en matériel étalonné, livrés à l'amateur avec toutes facilités
 de réalisation, ébonite percée, schémas.



Supprimez la main-d'œuvre dans
 les mises en tas, chargement,
 déchargement, transport et toutes
 manutentions de matières en vrac.

Remplacez-à par nos
TRANSPORTEURS MOBILES
 dits "SAUTERELLES"

Votre travail sera exécuté plus
 rapidement et vous réaliserez
 des économies de 50 à 80 %.

PLANS, DEVIS, NOTICES
 SANS ENGAGEMENT

LA MANUTENTION

Administration : 9, 11, 13, Rue Rabelais
 Service Commercial : 31, 33, Rue du Landy
 Ateliers : 54, Boulevard Jean-Jaurès

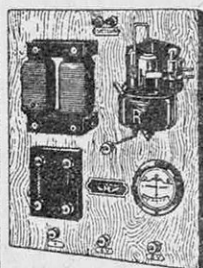
SAINT-OUEN-SEINE

TOUS APPAREILS DE MANUTENTION

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

CHARGEUR L. ROSENGART

BREVETÉ S. G. D. G.



MODÈLE N° 3. T. S. F.

sur simple prise de
 courant de lumière
charge toute batterie
 de 4 à 6 volts sous 5 ampères

SIMPLICITÉ
 SÉCURITÉ
 ÉCONOMIE

Notice gratuite sur demande
 21, Champs-Élysées. PARIS

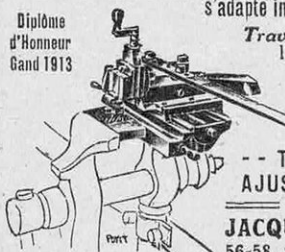
TELEPHONE : ELYSEES 66 60

5 ANS D'EXPÉRIENCE
 15.000 APPAREILS
 EN SERVICE

Publicité H. DUPIN. Paris

LA RAPIDE-LIME

Diplôme
 d'Honneur
 Gand 1913



s'adapte instantanément aux ÉTAUX

Travaille avec précision
 l'Acier, le Fer, la Fonte,
 le Bronze
 et autres matières.

Plus de Limes!
 Plus de Burins!

-- TOUT LE MONDE --
 AJUSTEUR-MÉCANICIEN

NOTICE FRANCO

JACQUOT & TAVERDON

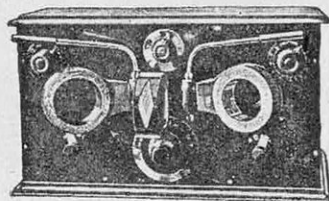
56-58, r. Regnault, Paris (13^e)

R. C. SEINE 10.349

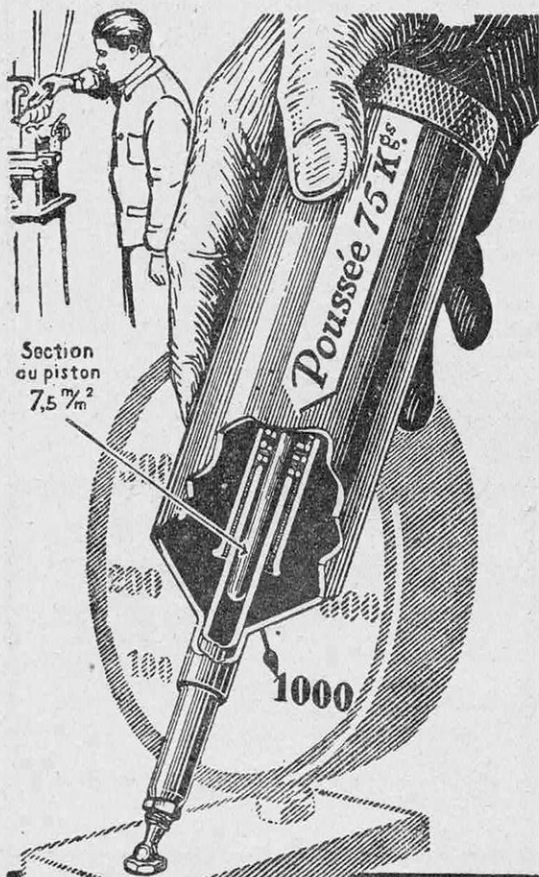
Société Anonyme des Etablissements **KÉNOTRON**

au Capital de 300.000 francs

143, rue d'Alésia, PARIS-XIV^e



POSTES RÉCEPTEURS TOUTES PUISSANCES
 Tableau tension-plaques pour remplacer les piles, jusqu'à 120 volts



1000 Kgs
de pression par c.m.²

La pression est proportionnelle à la poussée et inversement proportionnelle à la section du piston; d'où :

$$P = \frac{P}{S} = \frac{75}{7,5 \text{ m}^2} = 1.000 \text{ kg. par cm}^2$$

(p, pression ; P, poussée ; S, section du piston.)

Le LUB fonctionne à l'huile et à la graisse.

Références : PANHARD ET LEVASSOR (machin. à bois),
Machines à bois GUILLIET FILS et C^{ie}, HISPANO-SUIZA,
PEUGEOT, DE DION-BOUTON, DONNET-ZEDEL,
CORRE LA LICORNE, BRASIER, E.-H.-P., CHARRON,
ROLLAND-PILAIN, etc... - Renseignements franco.

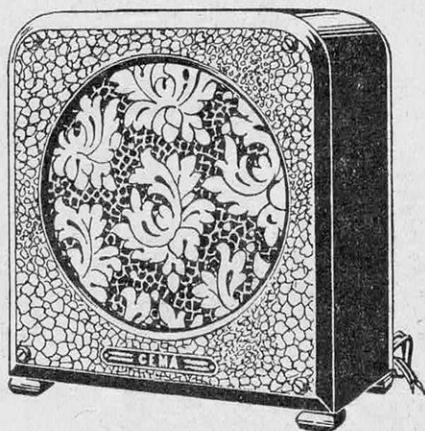
SUPER-GRAISSAGE
LUB

1 av^e de Villars

PARIS (7^e)

ORPHÉE

le meilleur diffuseur
..... construit par
la meilleure maison



CEMA

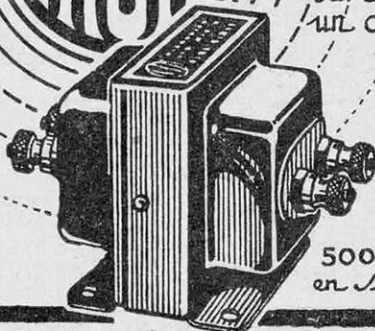
236, av. d'Argenteuil, ASNIÈRES (Seine)

TRANSFORMATEURS B.F.



Maximum
de Pureté et
d'Amplification

Garanti
un an



500.000
en Service

Constructions Électriques "CROIX"
3, Rue de Liège, 3 - PARIS

Téléph. : RICHELIEU 90-68 - Télégr. : RODISOLOR-PARIS

AGENCES

AMSTERDAM - BRUXELLES - BUDAPEST - COPEN-
HAGUE - LISBONNE - LONDRES - OSLO - PRAGUE
STOCKHOLM - VARSOVIE - VIENNE - ZURICH

R. C. Paris 14.697

Ch. Postaux 329.60

La Verrerie Scientifique

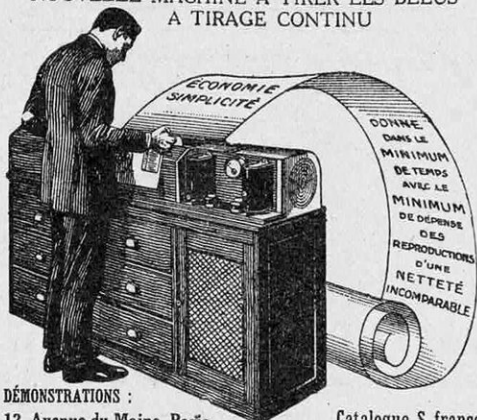
Adr. télégr. :
SCIENTIVER-PARIS
Code télégr. : AZ

Téléphone :
FLEURUS 94-62
— 01-63



L'ÉLECTROGRAPHE
"REX"

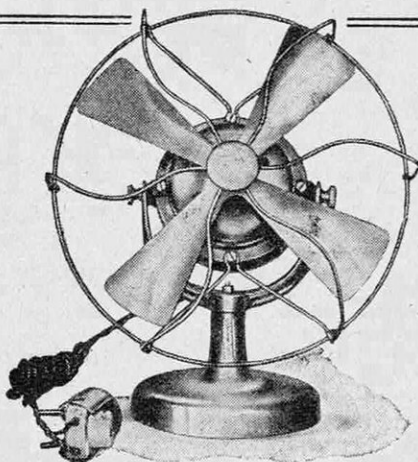
NOUVELLE MACHINE A TIRER LES BLEUS
A TIRAGE CONTINU



DÉMONSTRATIONS :

12, Avenue du Maine, Paris

Catalogue S franco



Ventilateur "ROTOR"

Ailette de 200 $\frac{m}{m}$. - Moteur universel fonctionnant sur continu et alternatif. - Entièrement poli et nickelé. - Graissage automatique. - Charbons gros modèle assurant une longue durée. - Est à la fois : portable, mural et plafonnier.

Consommation : Moins de 2 centimes l'heure.

Livré tout équipé avec fil souple et fiche à deux usages, se montant à la place d'une lampe ou d'une prise ordinaire.

PRIX : 110 volts, 150 fr. - 220 volts, 160 fr.

Expédié de suite France et colonies, franco contre mandat ou chèque. (Chèques postaux n° 536.99, Paris.)

Ed. BOTTIN, ing.-const^r, 74 et 76, rue Pelleport, PARIS



SOURDS

qui voulez
ENTENDRE

tout, partout,
dans la rue,
au théâtre

DEMANDEZ
le
MERVEILLEUX

"PHONOPHORE"

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

Demandez la notice S à

SIEMENS-FRANCE, S. A.

Département : SIEMENS & HALSKE

17, rue de Surène, 17 - PARIS-8^e

Téléph. : Elysées 43-12 et 16-84

**PHARECYCLE
LUZY**

Marque déposée

à **RÉGULATEUR**
pour l'éclairage électrique
des bicyclette



Breveté en France S.G.D.G.
et en tous pays.

Pour la vente s'adresser :

**SOCIÉTÉ D'ÉCLAIRAGE
ET D'APPLICATIONS ÉLECTRIQUES**

Société anonyme au capital de 5.000.000 de francs

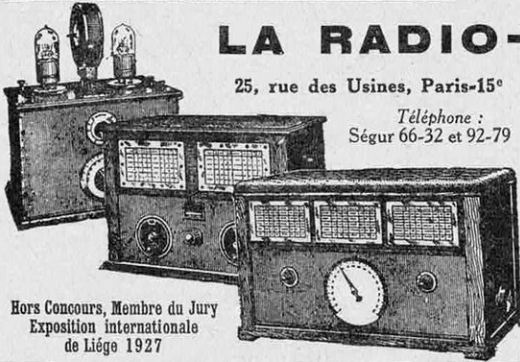
16, 18 et 20, Rue Soleillet - PARIS (XX^e)

Tel. Roq. 53-51 - Métro: Martin-Nadaud Télég. LAMPARRAS-PARIS.
R. C. Seine 55.077

LA RADIO-INDUSTRIE

25, rue des Usines, Paris-15°

Telephone :
Séгур 66-32 et 92-79



Hors Concours, Membre du Jury
Exposition internationale
de Liège 1927

CONSTRUIT

de nouveaux Appareils Récepteurs

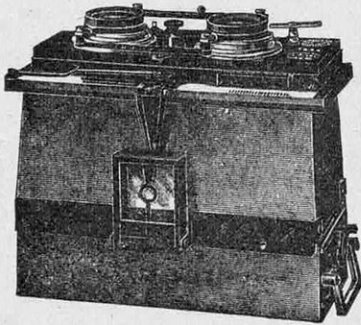
Systeme Barthélemy, breveté S. G. D. G.

CRYPTADYNE II - CRYPTADYNE IV
et **SUPERCRIPTADYNE**

Très simples - Très sélectifs - Peu encombrants

ACCESSOIRES - PIÈCES DÉTACHÉES

BON 6
donnant droit à
l'envoi gratuit du
Catalogue.



Les
Appareils
Photographiques

Gaumont

CATALOGUE N° 10 FRANCO

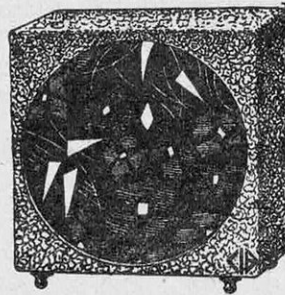
E^{ts} GAUMONT, 57, rue St-Roch, Paris



VOUS PRÉSENTE

UN

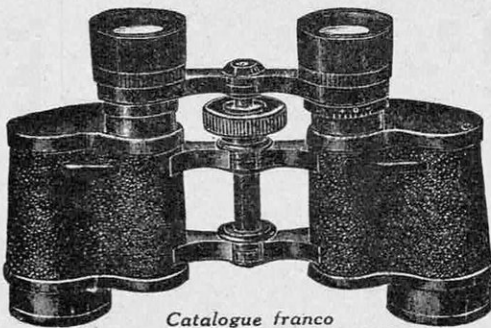
DIFFUSEUR PARFAIT



PRIX : 200 fr.

Etablissements **IMBAULT & BÉRANGER**

105, rue Haxo, PARIS



Catalogue franco
sur demande mentionnant "La Science et la Vie"

JUMELLES "HUET"
Stéréo - prismatiques
et tous instruments d'optique

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'OPTIQUE

76, boulevard de la Villette, PARIS

FOURNISSEUR DES ARMÉES ET MARINES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

EN VENTE CHEZ


TOUS LES OPTICIENS



Exiger la marque

R. C. SEINE 148.367

PROPULSEURS
ARCHIMÈDES



s'adaptant à tous Bateaux
2 1/2 et 5 HP
2 cylindres opposés
Sans trépidations
Départ 1/4 de tour

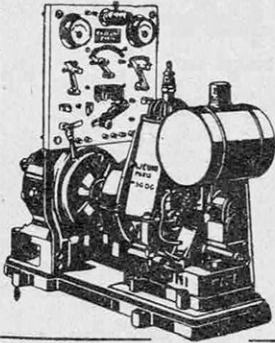
PÊCHE - CHASSE
PROMENADE - TRANSPORT
RIVIÈRES - LACS - MER

Nouveaux modèles
perfectionnés adoptés
dans TOUT L'UNIVERS

65, Grande Rue de Monplaisir
LYON

DEMANDER
CATALOGUE N° 23

Groupe électrogène ou Moto-Pompe
RAJEUNI



Bien que minuscule, ce Groupe est de la même excellente qualité que les autres appareils construits par les Etablissements RAJEUNI.

Il comporte la perfection résultant d'essais et expériences continus.

La longue pratique de ses créateurs se révèle dans sa construction simple et indéfectible.

Catalogue n° 182 et renseignements sur demande.

119, rue Saint-Maur, 119
Paris-XI^e. Tél. Roq. 23-82

OMNIUM
PHOTO



DERNIÈRE CRÉATION
KALISCOPE 6x13

PLIANT, AVEC TENDEURS EN ACIER
anastigmats Tylor Roussel F.: 6,8. 750 fr.

29, rue de Clichy, PARIS (9^e)
et 110, boulevard Saint-Germain

Le plus moderne des journaux
Documentation la plus complète
et la plus variée

EXCELSIOR

GRAND QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

SEINE. SEINE-ET-OISE, SEINE-ET-MARNE		
3 mois	6 mois	1 an
20 fr.	40 fr.	76 fr.
— DÉPARTEMENTS —		
3 mois	6 mois	1 an
25 fr.	48 fr.	95 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.

MACHINE À CALCULER
REBO.



Fait toutes opérations
Vite, sans fatigue, sans erreurs
INUSABLE — INDÉTRAQUABLE

En étui portefeuille, façon cuir **40 fr.**

En étui portefeuille, beau cuir : 65 fr. — **SOCLE** pour le bureau : 15 fr. — **BLOC** chimique perpétuel spéc. adaptable : 8 fr.

Franco c. mandat ou rembours^t Etrang., paiom. d'av. port en sus

S.REYBAUD, ingénieur
37, rue Sénac, MARSEILLE
CHÈQUES POSTAUX : 90-63

L'ÉLÉVATEUR d'EAU
DRAGOR



est le seul possible pour tous les puits et particulièrement les plus profonds.

Pose sans descente dans les puits. - L'eau au premier tour de manivelle, actionné par un enfant, à 100 mètres de profondeur. - Donné à l'essai 2 mois, comme supérieur à tout ce qui existe.

Garanti 5 ans

Élévateurs DRAGOR
LE MANS (Sarthe)

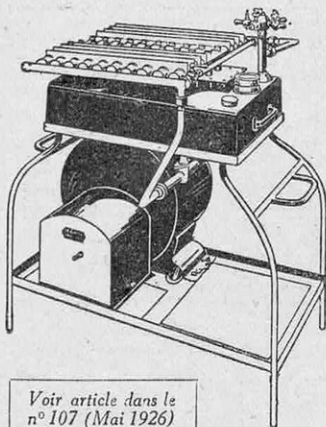
Voir article, n° 83, page 446.

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

Tout le confort de la ville
à la campagne

PAR LE

Gazogène « Le Sorcier »



BREVETÉ S. G. D. G.

qui fabrique du vrai gaz pouvant être utilisé pour

*la cuisine,
l'éclairage,
le chauffage,
l'industrie,
etc..., etc...*

par la carburation de l'air ;
par évaporation de l'essence à froid.

La plus grande simplicité ;

La plus grande sécurité.

Voir article dans le n° 107 (Mai 1926)

Envoi franco de la notice descriptive à toute personne se référant de « La Science et la Vie »

L. BRÉGEAUT, Inventeur-Constructeur
55, rue de Turbigo, Paris-3°
Télep. : Archives 30-56 — Métro : Arts-et-Métiers

“PYGMY”

LA NOUVELLE LAMPE A MAGNÉTO
INÉPUISABLE

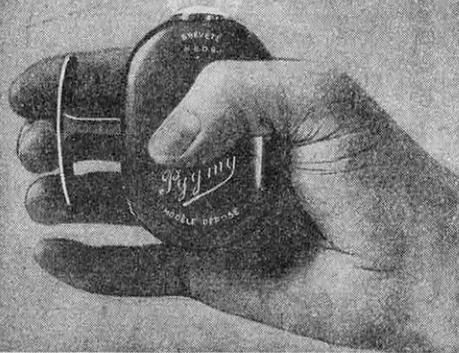
Se loge dans une poche de gilet
dans le plus petit sac de dame

Poids : 175 gr. Présentation de grand luxe. Fabrication de haute qualité

Prix imposé : 70 francs

DEMANDEZ CATALOGUE B

À ANNECY (H.-S.), chez MM. MANFREDI Frères et C^o, avenue de la Plaine
À PARIS, chez GENERAL OVERSEA EXPORT C^o, 14, rue de Bretagne, Paris-8°
Téléphone: Archives 46-95. - Télég.: Genovieg-Paris.



AMATEURS DE PHOTOGRAPHIE

Le **VÉRASCOPE**
10, Rue Halévy (Opéra) **RICHARD**

est toujours
la merveille
photographique



Il donne
l'image vraie
superposable avec
la réalité

Nouveaux Verascopes 45x107, 6x13
à mise au point automatique, obturateur chronométré à rendement maximum, objectifs 1: 4.5. Magasin à chargement instantané se manœuvrant dans toutes les positions
Le modèle 45x107 donne le 1/400^e de seconde

POUR LES DÉBUTANTS

Le GLYPHOSCOPE
à les qualités fondamentales du Verascope
Modèles 45x107 et 6x13

POUR LES DILETTANTES

L'HOMÉOS est l'Appareil idéal
Il permet de faire 27 vues stéréoscopiques sur pellicule cinématographique en bobines se chargeant en plein jour.
Maximum de vues — Minimum de poids
BAROMÈTRES enregistreurs et à cadran
Catalogue gratis : Établ^{ts} J. RICHARD, 25, rue Mélingue

R. C. S. 174.227



LA PILE

AJAX

Bloc-batteries
Batteries
de chauffage
Batteries h.tension
tous voltages
Batteries à prises
multiples
Batteries liquides

Étab. V. P. Delafon & C^o




Toutes les pièces IGRANIC à faibles pertes augmenteront votre puissance de réception

Bobines et Supports - - -	Transformateurs BF, HF -
Variomètres sans carcasse	Coupleurs aperiodiques - -
Résistance de grille - - -	Potentiomètres - - - - -
Rhéostats - - - - -	Condensateurs fixes - - -
Cadran démultiplicateur -	Postes à galène - - - - -

Cadre de réception pliant

ET NOS

CONDENSATEURS VARIABLES

simples et doubles

TARIF sur DEMANDE

CONCESSIONNAIRE:

L. MESSINESI

11, rue de Tilsitt, 11
(Place de l'Etoile)
PARIS

Téléph. { Carnot 53-04
 - 53-05

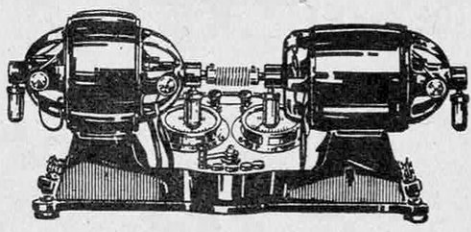
R. C. Seine 224-643



Convertisseur GUERNET

44, rue du Château-d'Eau, Paris

**LE SEUL APPAREIL PARFAIT
POUR CHARGER LES ACCUS**



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

Complet avec conjoncteurs, disjoncteurs, ampèremètres et rhéostat de réglage.

780 francs

TOUT A CRÉDIT

Avec la garantie des fabricants

PAYABLE EN 12 MENSUALITÉS

appareils T.S.F.
appareils
photographiques
phonographes
bicyclettes
motocyclettes
accessoires auto
machines à écrire
machines à calculer
Des Grandes Marques

CATALOGUES FRANCO
SUR DEMANDE

argenterie
orfèvrerie
pendules
électriques
armes de chasse
vêtements de cuir
Des Meilleurs Fabricants

*tous renseignements sont
envoyés franco sur demande
spécifiant l'achat envisagé*

L'INTERMÉDIAIRE

17, Rue Monsigny, Paris
MAISON FONDÉE EN 1894



Reste SOURD QUI VEUT

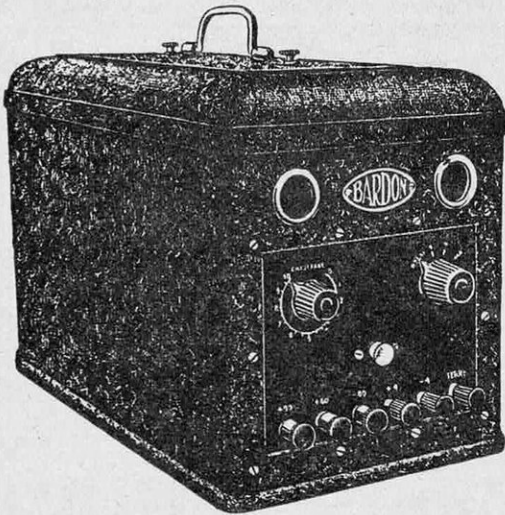
La surdité est un exil Banni par la dérision et non par la pitié, le malheureux qui n'entend plus, se réfugie dans le désert de l'isolement et du silence où les bourdonnements parasites le persécutent. Parce que ni les cures, ni les médicaments, ni les massages, ni les opérations, n'ont amélioré son état, le sourd finit par se croire incurable.

Et pourtant quand sa vue baisse, il sait bien qu'en portant des lunettes il remet au point ses yeux fatigués.

Pour remettre l'oreille au point, lorsqu'elle devient dure, on porte l'ACOUSTISONOR. C'est un instrument d'Acoustique, simple et perfectionné, invisible et léger qui se substitue au sens défaillant, ranime les organes de l'ouïe et fait entendre.

Ceux qui ne veulent plus rester sourds, n'ont qu'à écrire au Directeur de l'Acoustisonor, Service S V, 16, Boulevard de Magenta, Paris, pour l'envoi gratuit de la brochure illustrée où se trouve clairement expliquée et scientifiquement prouvée l'action salutaire de l'Acoustisonor.

Suppression des piles et accus



APPAREIL D'ALIMENTATION

BARDON

sur courant alternatif

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

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

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

NOTICES FRANCO SUR DEMANDE AUX

Etts **BARDON** 61, boul. Jean-Jaurès, Clichy
Tél. : Marcadet 06-75 et 15-71

POMPES "S.A.M."

A VIS SANS FIN

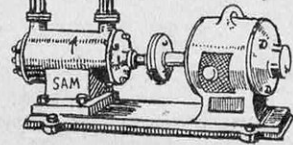
POUR EAUX
— VINS
— BIÈRES
— MÉLASSES
— HUILES
— SIROPS
ET POUR TOUS LIQUIDES

ABSOLUMENT
INUSABLES
—
SILENCIEUSES
—
AMORÇAGE
AUTOMATIQUE

PRIX
TRÈS
BAS

500 A
20.000 LITRES
A L'HEURE

MOTEUR
ELECTRIQUE
À ESSENCE
OU AUTRE



CATALOGUE ILLUSTRÉ

N° 24 M

FRANCO SUR DEMANDE

KIRBY-SMITH

SOCIÉTÉ ANONYME

73, RUE LAUGIER

PARIS

Selon votre goût éclectique...



par un
réglage

facile et
agréable

BOUTON DÉMULTIPLICATEUR ULTRA-DIAL

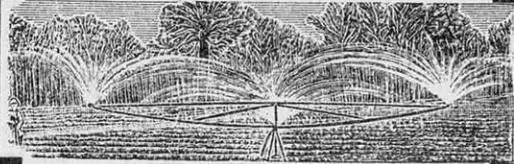
Établissements André Carlier

agent général: **A.F. VOLLANT**

31 avenue Trudaine - PARIS -

Les "PLUVIOSE"

arrosent pour vous
tout votre jardin



Ils couvrent depuis 50 mètres carrés
jusqu'à 62.000 mètres carrés.

..... Notice gratuite sur demande
Et^{re} Ed. ROLLAND, 23, rue Lazare-Hoche, Boulogne-sur-Seine

INVENTEURS

Pour vos
BREVETS

Adr. vous à: WINTHER-HANSEN, Ingénieur-Conseil
35, Rue de la Lune, PARIS (2^e) Brochure gratis!

TOUTS CEUX QUI FONT DE LA POLYCOPIE

emploient la **PIERRE HUMIDE A REPRODUIRE**
Marque « Au Cygne » - Tout s'efface comme sur une ardoise
Catal. sur demande. Usine Saint-Mers-la-Brière (Sarthe)
R. C. LE MANS 339 - En vente dans toutes les bonnes papeteries

CHAUFFAGE DUCHARME

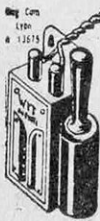
3, RUE FTEX - PARIS (18^e)

FOURNEAU DE CUISINE SPÉCIAL ET
RADIATEURS A EAU CHAUDE B^{is} S. G. D. G.

UN SEUL FEU
LE CHAUFFAGE CENTRAL
LA CUISINE
L'EAU CHAUDE DES BAINS

POUR

(20^e Année) NOTICE GRATUITE



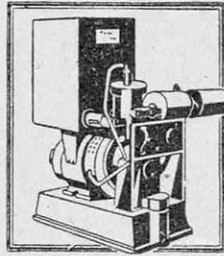
Quand vous avez cher vous
la lumière électrique
vous pouvez aussi avoir du Feu
sans dépense supplémentaire de courant
par l'Allumoir Electrique Moderne

Appareil garanti. En vente "WIT" chez tous les Electriciens
Demander NOTICE franco, au Constructeur du "WIT"
69, Rue Bellecombe, LYON.

L'ÉLECTRICITÉ PARTOUT

PAR LE

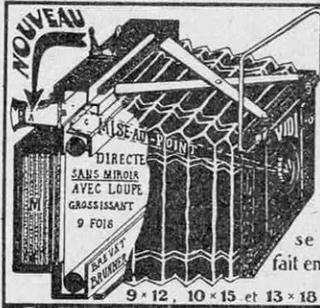
BRÉVARD



Au Château
A la Villa
A bord des
Yachts
A la Ferme

.....
Agents régionaux demandés
.....

BRÉVARD, 32, rue de la Victoire, Paris-9^e
Téléphone : TRUDAINE 44-25

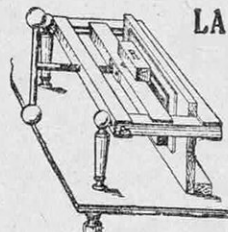


PLIANT "VIDI"

à
LOUPE focale permanente

BREVETÉ
FRANCE et ÉTRANGER

PARIS-14^e
1, Rue Maison-Dieu



LA RELIURE chez SOI

Chacun peut
TOUT RELIER soi-même
Livres - Revues - Journaux
avec la
RELIEUSE MÈREDIEU

Fournitures générales
pour la Reliure

Envoi de la Notice illustrée
contre 1 franc.

V. FOUGÈRE & LAURENT, Angoulême

LE MEILLEUR
ALIMENT MÉLASSÉ

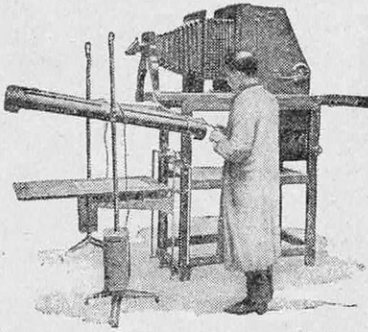
4 GRANDS PRIX
4 HORS CONCOURS
MEMBRE DU JURY
DEPUIS 1910

PAIL'MEL



POUR CHEVAUX
ET TOUT BÉTAIL

USINE FONDÉE EN 1901 À TOURY 'EURE & LOIR,
Reg. Comm. Chartres. B. 41



Le REPROJECTOR

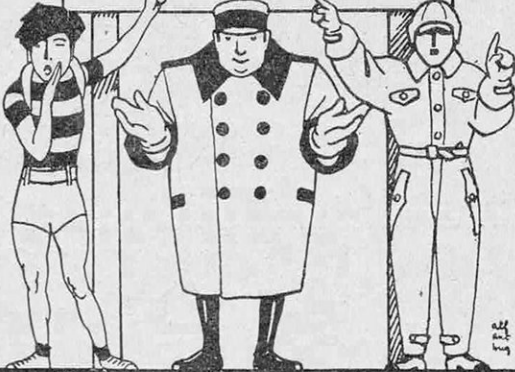
donne directement et rapidement, sur le papier, donc sans clichés, des copies photographiques impeccables, en nombre illimité, de tous documents : dessins, plans, esquisses, pièces manuscrites, contrats, chèques, comptes courants, gravures, dentelles, tissus.

Il réduit ou agrandit automatiquement à l'échelle jusqu'à cinq fois; photographie le document aussi bien que l'objet en relief; utilise le papier en bobine aussi bien que la plaque sèche (le papier en bobine se déroule automatiquement devant l'objectif); projette les corps opaques aussi bien que les clichés sur verre. Simplicité de fonctionnement. Pas d'apprentissage spécial.

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

RUSTINES

REPARENT INSTANTANÉMENT
TOUTES LES CHAMBRES A AIR
SANS DISSOLUTION
SANS ESSENCE
SANS RIEN



BON POUR UN ÉCHANTILLON
Usines RUSTIN

16 bis, rue du Bois, OUCHY (Seine)

(Joindre 1 fr. en timbres-poste. - Indiquez cylin, moto ou auto)

Nom

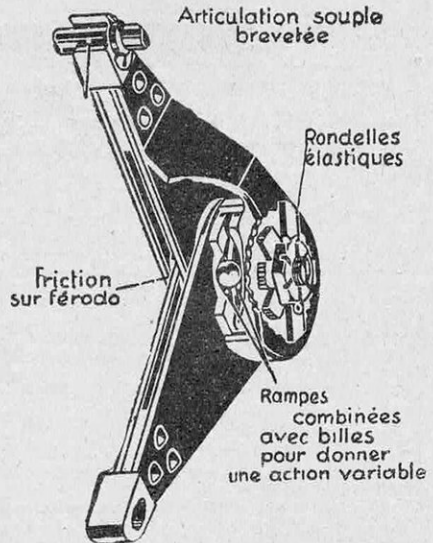
Adresse



PUB. O. SWEET'S

RUSTINES

L'AMORTISSEUR SCIENTIFIQUE ROUMENS

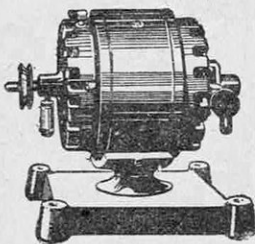


Suspension auxiliaire à flexibilité variable, dont l'action s'adapte automatiquement aux variations de charge et de vitesse.

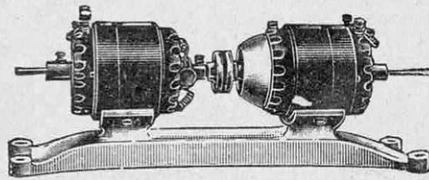
Société Anonyme ROUMENS
25, rue de Villejust, Paris (16^e)

MOTEURS LUXOR

Moteurs continus, universels, répulsion, asynchrones mono, bi et triphasés - Commutateurs - Dynamos - Ventilateurs



MODÈLE SPÉCIAL
RÉVERSIBLE
POUR MACHINE A COUDRE



CONVERTISSEURS POUR CHARGE D'ACCUS



RHÉOSTAT
A PÉDALE
- 12 vitesses -
Interrupteur
de fin de course

V. FERSING
INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR

14, r. des Colonnes-du-Trône
PARIS-12^e (Tél. : Did. 36-45)
R.C. Seine 39.516

VOUS VOULEZ RÉUSSIR ?
N'ATTENDEZ PLUS !
APPRENEZ UNE LANGUE ÉTRANGÈRE
A GARDINER'S ACADEMY
SUR PLACE ET PAR CORRESPONDANCE

MINIMUM DE TEMPS
 MINIMUM D'ARGENT
 MAXIMUM DE SUCCÈS

DEMANDEZ AUJOURD'HUI LA BROCHURE GRATUITE
 ÉCOLE SPÉCIALISÉE EXISTANT DEPUIS 15 ANS
 NOMBREUSES RÉFÉRENCES

19, B^D MONTMARTRE, PARIS-2^e

ÉCLAIRAGE INTENSIF
CHAUFFAGE PUISSANT

au gaz d'essence
 et de pétrole



DEMANDEZ TOUS CATALOGUES S. V. 16 à
L'INCANDESCENCE PAR L'ESSENCE
 15, rue de Marseille, 15
 PARIS (X^e)



R. C. Seine 28.793 Téléphone : Nord 48-77

DUPLICATEURS Plats
 CIRCULAIRES, DESSINS, MUSIQUE, ETC. Rotatifs



1^{er} PRIX du CONCOURS GRAND PALAIS

IMITATION PARFAITE sans auréole huileuse de la **LETTE PERSONNELLE**

Notices A. B. à
G. DELPÏ, Const^r, 17, rue d'Arcole, Paris-4^e

Moteurs Universels "ERA"



de 1/25^e à 1/6^e HP pour
 Machines à coudre
 Phonographes, Cinémas
 Pompes, Ventilateurs
 Machines-Outils
 Groupes p^r charge d'accus

En vente chez tous les bons electriciens.
 Catalogue n^o 12, franco pour revendeurs

Étab^{ts} E. RAGONOT
 15, rue de Milan, Paris-9^e - Usine à MALAKOFF
 Téléphone: Louvre 41-96 - R. C. SEINE 145.064

Pendulette-Réveil incassable
 CAOUTCHOUC

3 mouvements

Pendulette sans réveil ... 48.50
 — avec réveil ... 64.50
 radium av. rév. 76.50

Envoi contre remb., port en sus : 1.95

IMITATION PARFAITE DU MARBRE
 Teintes : Rose et blanc, bleu et blanc, noir et blanc.

Voir la description dans le n^o de Mars de « La Science et la Vie », page 253

A. BRIÈRE
 18, r. Michel-de-Bourges, Paris-20^e



L'Amortisseur MAMET



Le seul qui assouplisse le ressort

LE MEILLEUR MARCHÉ

Types spéciaux pour FORD, DONNET, etc...

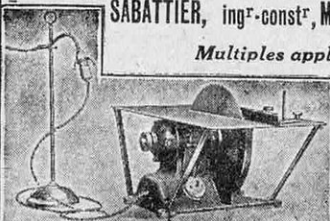
25, rue de Villejust, 25 - PARIS (16^e)

SCIE CIRCULAIRE ÉLECTRIQUE
"AKÉLA"

SABATTIER, ing^r-constr, Montereau (S.-&-M.)

Multipl. applications :

BOIS
 Métaux tendres
 Ebonite — Fibre
 Clichés typographiques
 etc., etc.



Avant d'acheter une Bibliothèque consultez nos Modèles spéciaux

Demandez notre Catalogue n^o 71 envoyé franco

BIBLIOTHÈQUES extensibles
 et transformables
 à tous moments



BIBLIOTHÈQUE M. D.
 9, rue de Villersexel, 9
 PARIS (7^e)
 Facilités de paiement



— Eh ben, quand on s'est lavé les dents avec le Dentol, on croit qu'on a mangé un bon sucre d'orge.

Le DENTOL (eau, pâte, poudre, savon) est un dentifrice à la fois souverainement antiseptique et doué du parfum le plus agréable. — Créé d'après les travaux de Pasteur, il raffermi les gencives. En peu de jours, il donne aux dents une blancheur éclatante. Il purifie l'haleine et est particulièrement recommandé aux fumeurs. Il laisse dans la bouche une sensation de fraîcheur délicieuse et persistante.

Le **DENTOL** se trouve dans toutes les bonnes maisons vendant de la parfumerie et dans toutes les pharmacies.

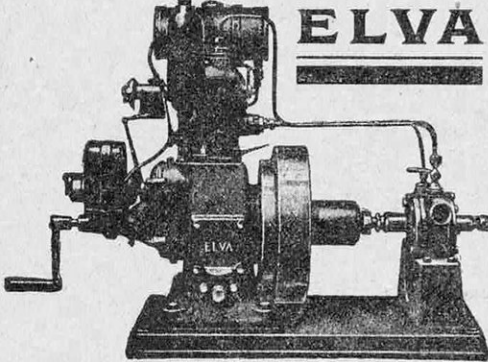
Dépôt général : Maison FRÈRE, 19, Rue Jacob, Paris

CADEAU Il suffit d'envoyer à la MAISON FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris, 1 fr. 20, en mandat ou timbres-poste, en se recommandant de *La Science et la Vie*, pour recevoir franco par la poste un délicieux coffret contenant un **petit flacon** de **Dentol**, un **tube** de **pâte Dentol**, une **boîte** de **poudre Dentol** et une **boîte** de **savon dentifrice Dentol**.

MANUEL-GUIDE GRATIS
INVENTIONS
 BREVETS, MARQUES, Procès en Contrefaçon

H. Boettcher Fils
 Ingénieur - Conseil PARIS
 21, Rue Cambon

GROUPES MOTO-POMPES
ELVA



Spéciaux pour arrosage, transvasement des vins
 montés avec débrayage pour emploi indépendant du moteur

Etablissement **G. JOLY**, Ingénieur-constructeur
 10, rue du Débarcadère, Paris-17^e -- Wagram : 70-93

TOUT AUTOMOBILISTE
 DOIT LIRE

Omnia

Rédacteur en chef :
BAUDRY DE SAUNIER

la revue la mieux documentée
 la plus répandue
 la plus réputée

DE

L'INDUSTRIE AUTOMOBILE

PRIX DU NUMÉRO MENSUEL ... 10 fr.
 ABONNEMENTS : Six mois, 70 fr. ; Un an, 120 fr.

BUREAUX DE LA REVUE :

Omnia, 13, rue d'Enghien, 13 - Paris (10^e)

LA PERFECTION EN PHOTOGRAPHIE

LE NIL MELIOR

(STÉREO 6 x 13)

MONTÉ AVEC ANASTIGMATS F. 4.5 DE MARQUE

LE CHRONOSCOPE PAP

(PHOTOMÈTRE AUTOMATIQUE)

MACRIS-BOUCHER Const. 16, r. Vaugirard.
 Notice A 5/demande R.C. 176 017 PARIS



TIMBRES POSTE AUTHENTIQUES
 DES MISSIONS ÉTRANGÈRES

Garantis non triés, vendus au kilo
 Demandez la notice explicative au
 Directeur de l'Office des Timbres-
 Poste des Missions, 14, rue des Re-
 doutes, TOULOUSE (France).
 R. C. TOULOUSE 4.568 A



CHIENS DE TOUTES RACES

de garde et policiers jeunes et adultes supé-
 rieurement dressés. Chiens de luxe et d'appar-
 tement. Chiens de chasse courants. Rattiers.
 Enormes chiens de trait et voitures, etc.

Vente avec faculté échange en cas non-conve-
 nance. Expéditions dans le monde entier. Bonne
 arrivée garantie à destination.

SELECT-KENNEL, Berchem-Bruxelles (Belgique) Tél. : 604-71

DIMANCHE-ILLUSTRÉ

SPÉCIMEN FRANCO SUR DEMANDE
 20, Rue d'Enghien, PARIS

MAGAZINE ILLUSTRÉ EN COULEURS
 POUR LES GRANDS ET LES PETITS
 16 pages - PRIX : 50 cent.

ABONNEMENTS

	3 mois	6 mois	1 an
France, Colonies et Régions occupées.	6 frs	12 frs	24 frs
Belgique.	7.50	15 frs	30 frs
Étranger.	15 frs	28 frs	55 frs

L'École Universelle

par correspondance de Paris

la plus importante école du monde, vous offre les moyens d'acquérir chez vous, sans quitter votre résidence, sans abandonner votre situation, en utilisant vos heures de loisirs, avec le minimum de dépense, dans le minimum de temps, les connaissances nécessaires pour devenir :

INGÉNIEUR,
SOUS-INGÉNIEUR,
CONDUCTEUR,
DESSINATEUR,
CONTREMAITRE,
Etc....

dans les diverses spécialités :

Électricité
Radiotélégraphie
Mécanique
Automobile
Aviation
Métallurgie
Mines
Travaux publics

Architecture
Béton armé
Chauffage central
Topographie
Industrie du froid
Chimie
Exploitation agricole
Agriculture coloniale

Demandez l'envoi gratuit de la Brochure n° 233.

Une autre section spéciale de l'École Universelle prépare, d'après les mêmes méthodes, aux diverses situations du commerce :

Administrateur commercial
Secrétaire commercial
Correspondancier
Sténo-dactylographe
Représentant de commerce
Adjoint à la publicité
Ingénieur commercial
Expert-comptable

Comptable
Teneur de livres
Commis de Banque
Coulissier
Secrétaire d'Agent de change
Agent d'Assurances
Directeur-gérant d'hôtel
Secrétaire-comptable d'hôtel

Demandez l'envoi gratuit de la Brochure n° 240.

L'enseignement par correspondance de l'École Universelle peut être suivi avec profit certain, quels que soient l'âge, la profession, la résidence, le degré d'instruction de l'élève.

École Universelle
59, Boulevard Exelmans, PARIS-XVI°

Voici les vacances.

Avant de vous mettre en route,
pensez à votre moteur



Equipez-le avec :

le carburateur ZENITH

le plus simple, le plus complet et le plus économique.
Il n'a pas à être démonté. Son correcteur, son ralenti
réglable à la main et son dispositif de grande diffusion
assurent une alimentation parfaite;

l'épurateur d'air ZENITH

le plus efficace, à la fois à action centrifuge et à
surface filtrante. Il prolonge la vie des moteurs
et la durée de l'huile de graissage.

le filtre à essence ZENITH

à éléments métalliques, le plus pratique

Plus de peau de chamois,
ni de toile métallique
à changer périodiquement.

et vous goûterez,
en toute quiétude,
le charme de
votre voyage.

