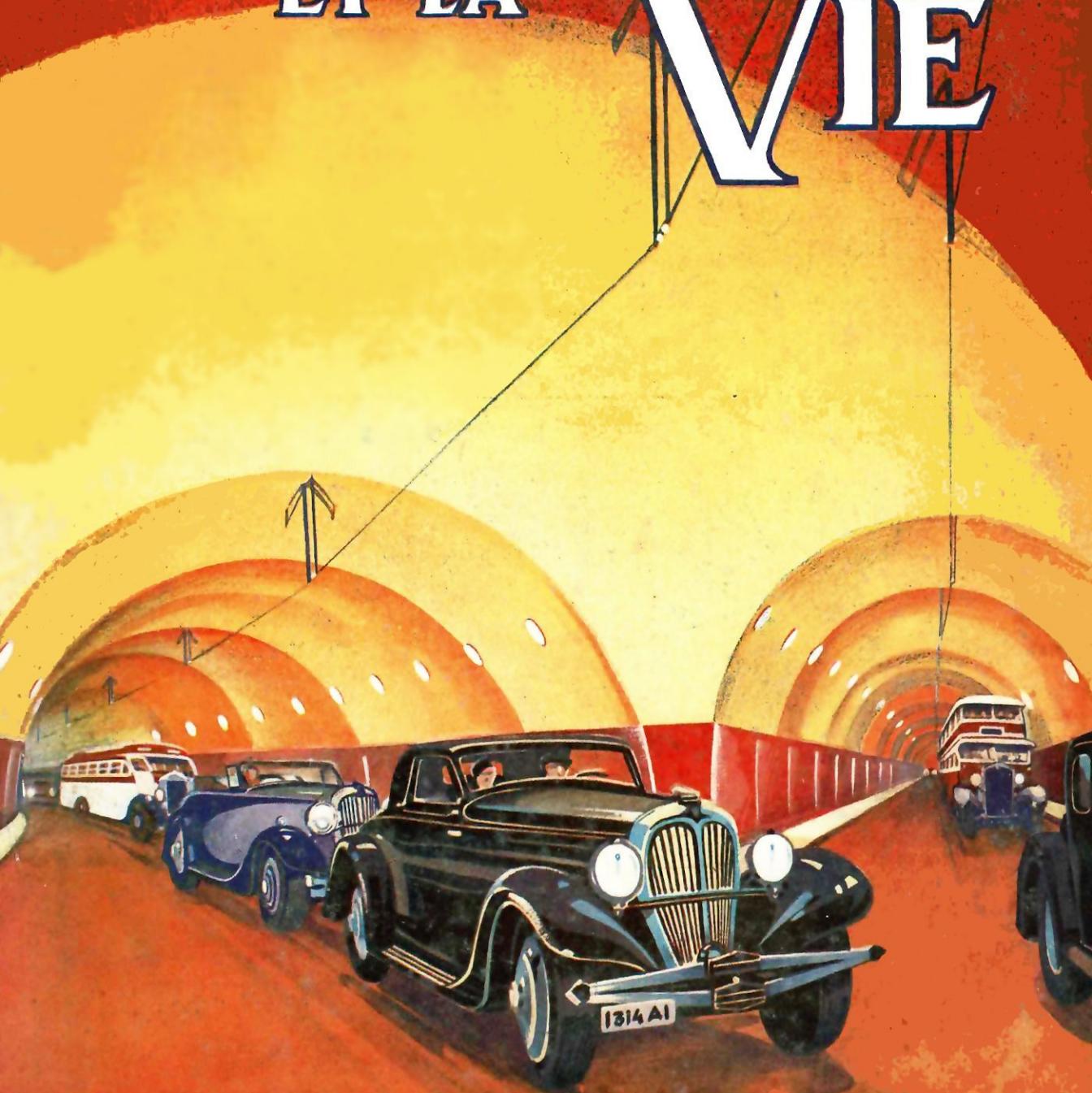


France et Colonies : 4 fr.

N° 203 - Mai 1934

LA SCIENCE ET LA VIE



roger sabbat

Luttez contre la sécheresse!

GROUPE MOTO-POMPE

"BERNARD-MOTEURS"

"C.L. CONORD"

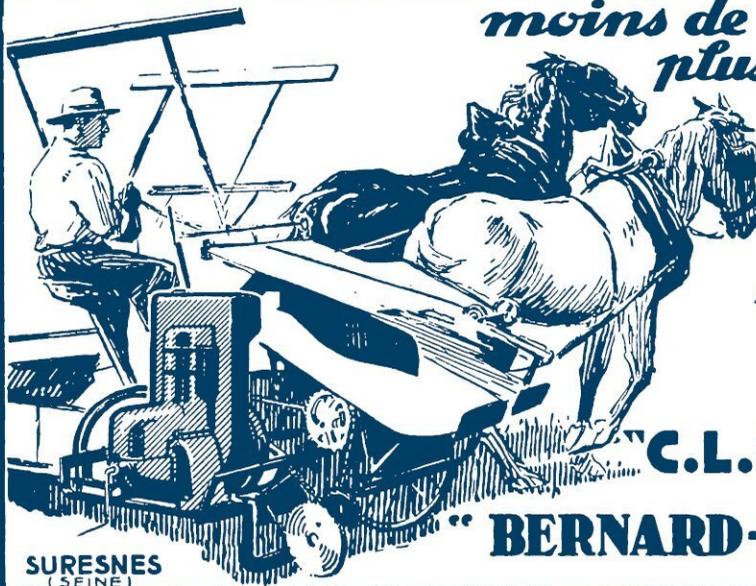
SURESNES
(SEINE)



®

*moins de chevaux,
plus de travail*

GRACE
AU MOTEUR



SURESNES
(SEINE)

"C.L. CONORD"
"BERNARD-MOTEURS"

®

- **TOUJOURS MIEUX !**
- **TOUJOURS MOINS CHER !**



Le "ROLLEICORD"

Nouvel appareil vendu à un prix "RECORD". Le "ROLLEICORD" met à la portée de tous les avantages incomparables des appareils du type "REFLEX". Il donne 12 vues 6×6 cm. sur bobine de 8 poses 6×9. L'objectif est un ZEISS IÉNA F : 4,5 monté sur obturateur COMPUR. Garantie deux ans.

695 FR. ou payable en **60 FR.**
12 mensualités de

BOBINE DE PELLICULE "PERFECT"

Bobine de 8 poses, FABRICATION FRANÇAISE, antihalo, ortho-chromatique, ultra-rapide, 26° SCHEINER.

$4 \times 6 \frac{1}{2}$	6×9	$6 \frac{1}{2} \times 11$
3.95	3.95	5.95

PAPIER GASLIGHT "PERFECT"

Papier au chloro-bromure pour tirage direct. Se fait en deux émulsions : normale ou contraste, brillant ou mat.

$6 \frac{1}{2} \times 9$ 20 feuilles	7×11 15 feuilles	9×12 10 feuilles	13×18 5 feuilles
1.75	1.75	1.75	1.75

PAPIER AUTO-VIREUR "PERFECT"

Papier brillant auto-vireur à l'or. Qualité supérieure.

$6 \frac{1}{2} \times 9$ 20 feuilles	7×11 15 feuilles	9×12 10 feuilles
2.25	2.25	2.25

PHOTO-HALL

5, RUE SCRIBE - PARIS (9^e)

CATALOGUE GRATUIT ET FRANCO SUR DEMANDE

DEVENEZ DEVENEZ DEVENEZ

CELUI OU CELLE A QUI TOUT RÉUSSIT

Il ne tient qu'à vous de modifier votre existence du tout au tout avec la méthode de
L'INSTITUT PSYCHOLOGIQUE DE RÉÉDUCATION

A la portée de tous et de toutes, quelle que soit la classe de la société à laquelle vous appartenez, cette méthode, qui a fait ses preuves à l'étranger, est appliquée

POUR LA PREMIÈRE FOIS EN FRANCE

Par des moyens simples, ingénieux, nous garantissons

LE SUCCÈS

Vous réussirez en acquérant les facultés qui vous le feront obtenir. Que vos entreprises soient sentimentales, intellectuelles, industrielles, il vous faut posséder

LE POUVOIR PERSONNEL

Vous l'obtiendrez en développant votre magnétisme, qui révélera les forces insoupçonnées qui sont en vous.

Nous en avons donné le moyen à tant d'autres qui nous doivent d'être sortis de la médiocrité. Vous les considérez comme des privilégiés dont vous envie la situation et l'existence heureuse. Nous avons déjà des élèves. Chaque jour nous en amène. Tout près de vous, peut-être, vit celui qui vous enlèvera la situation convoitée, l'amour espéré, le bonheur attendu. Ne demeurez pas dans l'indécision. Votre avenir dépend du geste que vous allez faire pour nous demander le luxueux ouvrage de 80 pages que nous vous adresserons

GRATUITEMENT

Cet ouvrage d'une certaine valeur est accompagné d'une importante et luxueuse documentation. Il vous apportera la clé du succès, et le moyen de vaincre.

Vous trouverez aussi tous les renseignements sur notre
COURS DE PUISSANCE SECRÈTE
sur la révélation du

POUVOIR PERSONNEL

Culture de la mémoire, guérison de la timidité, développement de la volonté et de l'esprit, sur la maîtrise de soi-même et les secrets du charme.

L'I. P. E. R. est unique dans son genre, par ses formules nouvelles de psychologie appliquée. **En plus de cette documentation importante, chaque personne qui en fera la demande recevra gratuitement et à titre de propagande, une analyse de son caractère préparée par les soins de notre service graphologique, auquel préside un expert réputé. Nous vous recommandons d'établir cette demande de votre main, ainsi que l'enveloppe. Ecrivez très lisiblement votre nom et adresse complète, en indiquant si c'est pour Monsieur, Madame ou Mademoiselle.** Cette demande ne vous engage en rien et vous ne serez nullement importunés par la suite, quelle que soit votre décision.

Veuillez joindre 3 francs en timbres-poste pour frais d'écriture et d'envoi. Ecrivez immédiatement à l'INSTITUT PSYCHOLOGIQUE D'ENSEIGNEMENT ET DE RÉÉDUCATION, 3, rue de la République, à LYON (Rhône), en nous adressant le bon ci-contre. Notre envoi, soigneusement fermé dans une boîte cartonnée, ne porte pas de marques extérieures.

REPLISSEZ

LE BON

CI-CONTRE

(VOIR LA SUITE PAGE SUIVANTE.)

(SUITE DE LA PRÉCÉDENTE PAGE.)

FASCICULE I : Nos Aides

Il nous serait impossible de réussir avec nos seules forces. Heureusement, nous avons en nous et autour de nous des aides dont la plupart du temps nous ignorons le pouvoir.

Ce fascicule vous les fera connaître; ce sont quelquefois des forces mystérieuses que nous ne savons pas employer parce qu'on n'a pas su nous l'apprendre.

Vous trouverez dans ce fascicule une très intéressante étude des courants planétaires et de leur influence, faite en langage clair, mise à la portée de toutes les intelligences et de toutes les cultures. Aucune notion préalable n'est nécessaire pour la comprendre.

Vous y trouverez aussi la révélation du mystérieux symbolisme des nombres et en particulier du nombre 12.

Nos aides peuvent aussi se trouver en nous et nous les laissons dormir sans utilité. Quelle folie!

Ce fascicule vous apprendra à les découvrir et à les faire agir. Vous verrez s'accroître vos forces mentales grâce à ces puissances inconnues ou méconnues qui dorment en vous ou vibrent autour de vous.

FASCICULE II : Nos Ennemis

Si nous avons des aides qui nous aplanissent bien des difficultés, nous avons des obstacles qu'il faut vaincre et des ennemis à combattre. Il faut avant tout les connaître.

Ce fascicule vous les dévoilera. Sa lecture enverra dans les recoins où ils se terrent un rayon lumineux qui les fera surgir devant vous et vous permettra de les terrasser sans peine.

FASCICULE III : La Volonté

Ce volume a trait à la grande force sans laquelle il n'est point de succès.

Ce sujet est traité d'une façon toute nouvelle. Grâce à des exercices extrêmement simples, votre volonté se développera presque mécaniquement.

Cette étude sur la volonté est, de l'avis des plus distingués psychologues, une des plus intéressantes parties de notre méthode.

Elle vous permet d'acquérir une véritable puissance dans le milieu où vous vivez.

FASCICULE IV**Le Secret du Charme**

Un très grand nombre de conseils pour acquérir cet insaisissable "charme" que tout le monde désierait posséder, car c'est là une des qualités qui mènent le monde.

Ce fascicule contient une analyse fouillée du "charme", grâce à laquelle il vous sera facile, hommes ou femmes, de courber sous un joug accepté et aimé des êtres du sexe opposé.

**MÉTHODE
PROPREMENT DITE****RÉÉDUCATION
DANS LE DOMAINE PHYSIQUE**

Cette partie, toujours fastidieuse dans les autres méthodes, est traitée ici d'une façon toute différente. Vous y trouverez le rôle mystérieux joué par l'eau, l'air et la lumière dans la nature; vous connaîtrez leurs attributions et le parti que vous pouvez en tirer dans l'acquisition du pouvoir personnel.

Vous trouverez ici quelques données secrètes extrêmement curieuses et utiles.

**RÉÉDUCATION DANS
LE DOMAINE INTELLECTUEL**

Cette partie est une étude psychologique qui, bien que très fouillée, est mise à la portée de tous et reste intéressante jusque dans ses moindres chapitres.

Il est impossible de ne pas devenir "quelqu'un" en suivant les conseils donnés là.

Curieuses révélations sur les radiations humaines.

**RÉÉDUCATION
DANS LE DOMAINE MORAL**

Etude simplifiée et attrayante des différentes qualités qui mènent droit au succès.

Vous trouverez dans ces pages tout ce qu'il faut savoir pour atteindre votre but.

Vous êtes vraiment guidé pas à pas et tous les obstacles cèdent obligatoirement devant vous parce qu'on vous donne les moyens de les vaincre.

**RÉÉDUCATION
DANS LE DOMAINE PSYCHIQUE**

Cette partie est la clef qui ouvre la dernière porte. Rien n'y est difficile car tout y est simplifié.

C'est l'aboutissement de tous vos efforts qui se verront, grâce à ces quelques conseils, couronnés de succès.

ENVOYEZ CE COUPON SANS RETARD

INSTITUT PSYCHOLOGIQUE 2001
D'ENSEIGNEMENT et de RÉÉDUCATION
3, rue de la République — LYON (Rhône)

Monsieur le Directeur.

Veuillez m'adresser GRATUITEMENT votre ouvrage, la documentation complète sur votre méthode, AINSI QUE L'ANALYSE DE MON CARACTÈRE, sans aucun engagement de ma part.

Nom

Adresse



HELIX LE NOUVEAU RÉPERTOIRE TÉLÉPHONIQUE BREVETÉ

Le memento que sa forme pratique permet d'adapter commodément à tout dispositif téléphonique et dont on peut aisément **RENOUVELER** les parties utilisables pour l'écriture.

ÉQUIPER son appareil téléphonique d'un c'est trouver toujours PROMPTEMENT le numéro d'appel qui y aura été fixé.

HELIX

NOTICE EXPLICATIVE SUR DEMANDE A Et. "ESSOR", 63, avenue M.-Maeterlinck, BRUXELLES

Exclusivités de ventes, droits de fabrication ou de brevet peuvent être négociés pour différents pays ou régions.



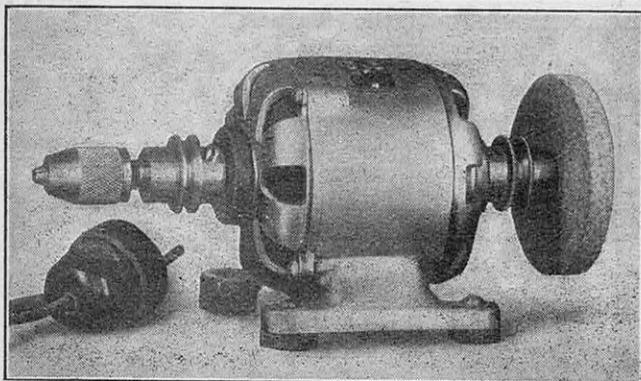
Santé des dents

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 est tout particulièrement recommandé aux fumeurs. Il laisse dans la bouche une sensation de fraîcheur très persistante.

Le **DENTOL** se trouve dans toutes les bonnes Maisons vendant de la Parfumerie et dans toutes les Pharmacies.

CADEAU Pour recevoir gratuitement et franco un échantillon de **DENTOL**, il suffit d'envoyer son adresse exacte et bien lisible, à la **Maison FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris**, en y joignant la présente annonce de *La Science et la Vie*.

Dentol



UN COLLABORATEUR MODÈLE ! Toujours prêt à rendre service en silence !

Il est capable d'effectuer tous petits travaux de perçage, de meulage, de polissage, etc... Fonctionne sur le courant lumière monophasé (50 périodes). Pas de collecteur ; pas de parasites ; aucun entretien. Tension de 100 à 125 v. (220 v. sur demande). Vitesse : 1.400 tours-minute. Puissance absorbée : 38 watts.

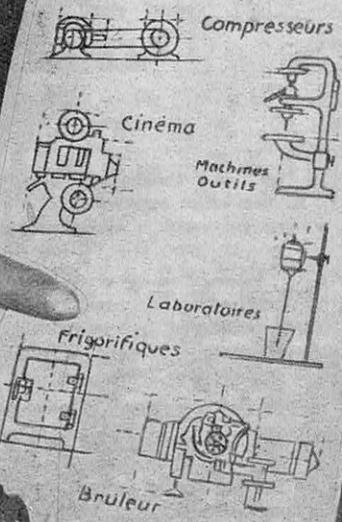
Moteur seul avec poulie... 125 fr.
Le jeu d'accessoires... 50 fr.
Supplément pour 220 volts... 10 fr.

Expéditions franco France et Colonies

C'EST UNE PRODUCTION DE LA
Sté Anonyme de Constructions Electriques MINICUS
5, rue de l'Avenir, GENNEVILLIERS (Seine)



dans
99%
des cas
s'impose...



le
MONOCOUPLEX

à démarrage automatique en charge
Ets RAGONOT, 15, Rue de Milan, Paris, Tél. Trinité 17-60
" Les grands spécialistes des petits moteurs "

ÉTUDES CHEZ SOI

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

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

placée sous le haut patronage de plusieurs Ministères et Sous-Secrétariats d'Etat

LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE

L'efficacité des méthodes de l'Ecole Universelle, méthodes qui sont, depuis 27 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

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

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

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

BROCHURE N° 73.104, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'aux Brevet élémentaire et Brevet supérieur inclusivement — concernant, en outre, la préparation rapide au *Certificat d'études primaires*, au *Brevet élémentaire*, au *Brevet supérieur*, pour les jeunes gens et jeunes filles qui ont déjà suivi les cours complets d'une école — concernant enfin la préparation au *Certificat d'aptitude pédagogique*, aux divers *Professorats*, à l'*Inspection primaire*, etc.

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

BROCHURE N° 73.108, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant, en outre, pour les jeunes gens et les jeunes filles qui ont déjà suivi les cours d'un lycée ou d'un collège, la préparation rapide aux divers *baccalauréats*.

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

BROCHURE N° 73.112, concernant la préparation à *tous les examens* de l'**Enseignement supérieur** : licence en droit, licence ès lettres, licence ès sciences, certificat d'aptitude aux divers professorats, etc.

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

BROCHURE N° 73.122, concernant la préparation aux concours d'admission dans **toutes les grandes Ecoles spéciales** : Agriculture, Industrie, Travaux Publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs, Professeurs de Facultés, Professeurs agrégés, etc.)

BROCHURE N° 73.125, concernant la préparation à **toutes les carrières administratives** de la Métropole et des Colonies.

(Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations et par des Professeurs de l'Université.)

BROCHURE N° 73.130, concernant la préparation à tous les brevets et diplômes de la **Marine marchande** : Officier de pont, Officier mécanicien, Commissaire, T. S. F., etc.
(Enseignement donné par des Officiers de pont, Ingénieurs, Officiers mécaniciens, Commissaire, Professeurs de l'Université, etc.)

BROCHURE N° 73.140, concernant la préparation aux carrières d'Ingénieur, Sous-Ingénieur, Dessinateur, Conducteur, Chef de Chantier, Contremaître dans toutes les spécialités de l'Industrie et des Travaux publics : Electricité, T. S. F., Mécanique, Automobile Aviation, Mines, Forge, Chauffage central, Chimie, Travaux publics, Architecture, Béton armé, Topographie, etc.
(Enseignement donné par des professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs spécialistes, Professeurs de l'Enseignement technique, etc.)

BROCHURE N° 73.143, concernant la préparation à toutes les carrières de l'Agriculture, des Industries agricoles et du Génie rural, dans la Métropole et aux Colonies.
(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs agronomes, Ingénieurs du Génie rural, etc.)

BROCHURE N° 73.152, concernant la préparation à toutes les carrières du Commerce (Administrateur commercial, Secrétaire commercial, Correspondancier, Sténo-Dactylographe) ; de la Comptabilité (Expert-Comptable, Comptable, Teneur de livres) ; de la Représentation, de la Banque et de la Bourse, des Assurances, de l'Industrie hôtelière, etc...
(Enseignement donné par des Professeurs d'Ecoles pratiques, Experts-Comptables, Techniciens spécialistes, etc.)

BROCHURE N° 73.154, concernant la préparation aux métiers de la Couture, de la Coupe, de la Mode et de la Chemiserie : Petite-Main, Seconde-Main, Première-main, Couturière, Vendeuse, Vendeuse-retoucheuse, Modéliste, Modiste, Coupeuse, Lingère, Brodeuse, Coupeur-Chemisier, Coupe pour hommes, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputés.)

BROCHURE N° 73.164, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 73.167, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 73.175, concernant l'étude de l'Orthographe, de la Rédaction, de la Rédaction de lettres, de l'Eloquence usuelle, du Calcul, du Calcul mental et extra-rapide, du Dessin usuel, de l'Écriture, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

BROCHURE N° 73.182, concernant l'étude des Langues étrangères : Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Portugais, Arabe, Esperanto. — Tourisme (Interprète).
(Enseignement donné par des Professeurs ayant longuement séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

BROCHURE N° 73.185, concernant l'enseignement de tous les Arts du dessin : Cours universel de dessin, Dessin usuel, Illustration, Caricature, Décoration, Aquarelle, Peinture à l'huile, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire — concernant également la préparation à tous les Méiers d'art et aux divers Professeurs de Dessin, Composition décorative, Peinture, etc.
(Enseignement donné par des Artistes réputés, Lauréats des Salons officiels, Professeurs diplômés, etc.)

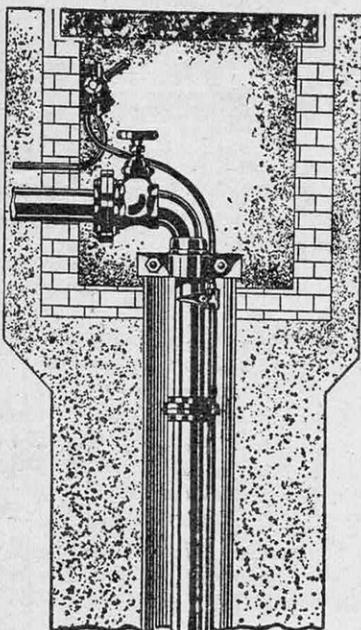
BROCHURE N° 73.190, concernant l'enseignement complet de la Musique : Musique théorique (Solfège, Chant, Harmonie, Contrepoint, Fugue, Composition, Instrumentation, Orchestration, Transposition), Musique instrumentale (Piano, Accompagnement au piano, Violon, Flûte, Mandoline, Banjo, Clarinette, Saxophone, Accordéon) — concernant également la préparation à toutes les carrières de la Musique et aux divers Professorats officiels ou privés.
(Enseignement donné par des Grands Prix de Rome, Professeurs membres du jury et Lauréats du Conservatoire national de Paris.)

BROCHURE N° 73.199, concernant la préparation à toutes les carrières coloniales : Administration, Commerce, Industrie, Agriculture.
(Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations, Techniciens spécialistes des questions coloniales, Ingénieurs d'Agronomie coloniale.)

Ecrivez aujourd'hui même, comme nous vous y invitons à la page précédente, à
MESSIEURS LES DIRECTEURS de

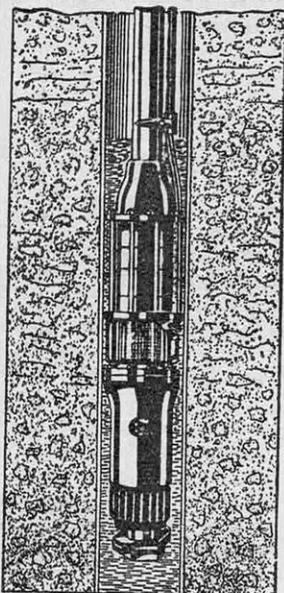
L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16^e)



POMPES Jeumont VOGEL

A MOTEUR
IMMERGÉ
POUR PUIES
PROFONDS



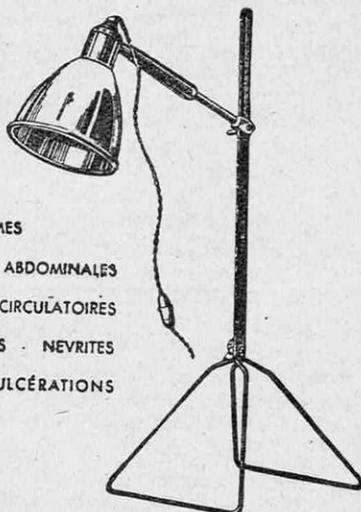
Renseignements

89, Bd. Haussmann, Paris (8^e)

L'INFRA-ROUGE

— A DOMICILE —

PAR LE PROJECTEUR
THERMO-PHOTO-THERAPIQUE
DU DOCTEUR ROCHU-MERY



RHUMATISMES

DOULEURS ABDOMINALES

TROUBLES CIRCULATOIRES

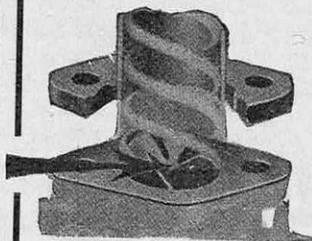
NÉVRALGIES · NEVRITES

PLAIES · ULCÉRATIONS

ETC., ETC.

LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12, AV. du MAINE, PARIS, XV^e Tél. : Littré 90-13

Un accessoire vraiment moderne
" GAZOGR "



SPECIALITÉS
A. M.

Le kilomètre plus vite, plus aisé et moins cher.

GAZOGR A. M.

Marque déposée

Gazéificateur fixe breveté S. G. D. G.

Nouveau mode d'application de la turbulence.

Rien de commun avec les turbines rotatives qui s'usent rapidement dans le courant gazeux qu'elles freinent en affaiblissant le moteur.

Meilleur rendement thermique, économie de carburant 10 à 20 % réduction de la consommation d'huile, suppression de la calamine, alimentation rationnelle et régulière de tous les cylindres.

Livré prêt à monter 42. »
à la commande.

Livré prêt à monter 45. »
contre remboursement.

(Indiquer la marque et le type du véhicule)

GARANTIE. — Remboursement sous 8 jours en cas de non-satisfaction.

SPECIALITÉS A. M., 54, r. Louis-Blanc
COURBEVOIE (Seine)

Voir l'article dans le n° 193, page 84

L'OUTILERVÉ

Que de travaux attrayants et utiles n'exécuterait-on pas si l'on possédait l'outillage nécessaire ! Mais on recule devant les frais d'une installation coûteuse et encombrante.

L'OUTILERVÉ REMPLACE TOUT UN ATELIER

Robuste et précis, il est susceptible d'exécuter les travaux les plus divers, grâce à la disposition judicieuse de tous ses accessoires. Son maniement est simple et commode. Pas d'installation ; il se branche sur n'importe quelle prise de courant, comme une simple lampe portable.

Son prix extrêmement bas le met à la portée de toutes les bourses. Il est livré en un élégant coffret, avec tous ses accessoires.

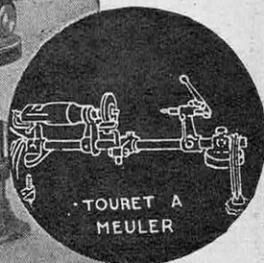
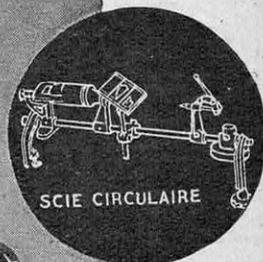
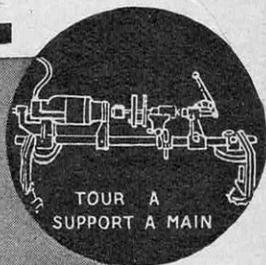
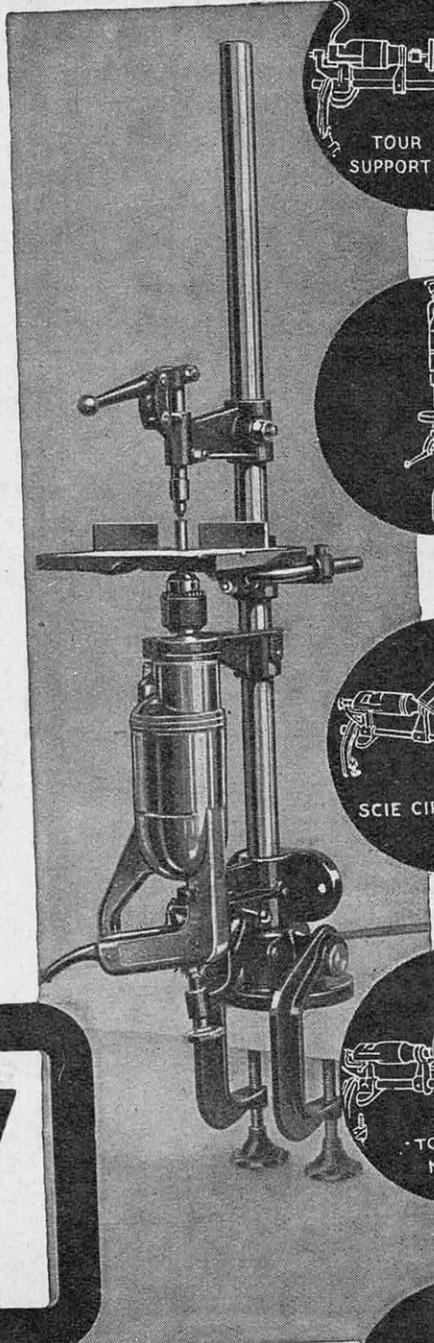
EN VENTE A LA
SOCIÉTÉ ANONYME FRANÇAISE

RENE VOLET

VALENTON (Seine-et-Oise)

MAGASIN DE VENTE
20, avenue Daumesnil, Paris (12^e)
Téléphone : DORIAN 64-89

R.V.



TOUPIE OU MACHINE
A LIMER

Recherches Mécaniques et Physiques

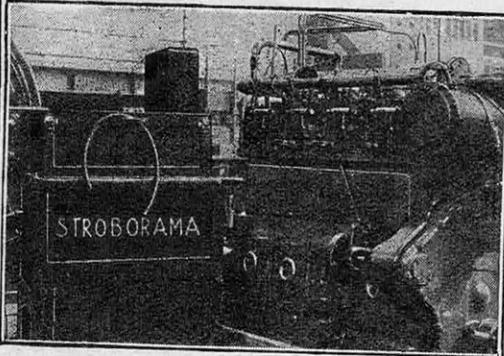
(BREVETS SEGUIN FRÈRES)

40, Rue de l'Echiquier, PARIS

Appareils stroboscopiques

STROBORAMA

à grande puissance



STROBORAMA TYPE A

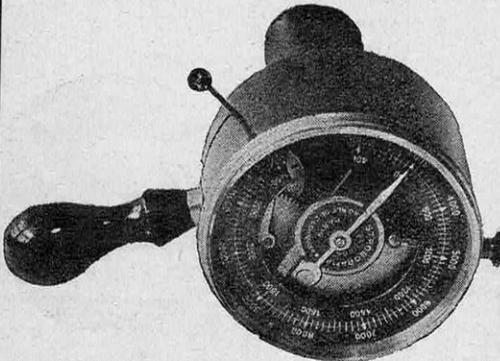
Examen d'un moteur. — Office des Inventions, Bellevue.

PHOTOGRAPHIE et CINÉMATOGRAPHIE

au millionième de seconde

Télétachymètres Stroborama

POUR MESURE ET CONTRÔLE
des vitesses à distances et sans contact



STROBORET A COMMANDE MÉCANIQUE

Etudes stroboscopiques

RÉGULATEURS

pour moteurs électriques

RÉGULATEURS SÉPARÉS
et MOTEURS à régulateur



LA MICROPOMPE R. LEFI

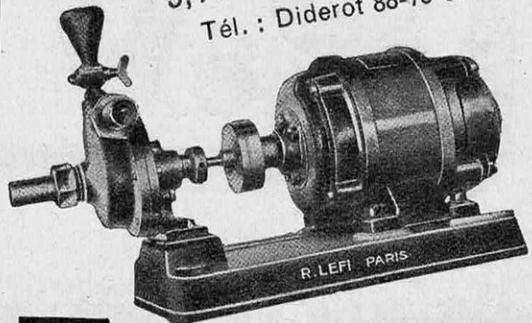
Pompe centrifuge, elle est simple, sans organes compliqués, elle ne demande qu'un entretien insignifiant.

Elle s'adapte à tous les courants et se contente même d'un compteur de lumière. Puissante pourtant, elle peut aspirer à plus de 7 mètres et son débit suffit pour alimenter la maison, le jardin, le garage.

Il y en a 11.000 en service, dont certaines depuis plus de 10 ans. Demandez renseignements et devis à la Société

POMPES R. LEFI

3, Av. Daumesnil, PARIS
Tél. : Diderot 88-75 et 76



POSEZ-VOUS

les 22 questions suivantes :

1. Etes-vous bon organisateur ?
2. Savez-vous diriger un personnel ?
3. Conservez-vous votre calme et votre sang-froid dans des difficultés urgentes ?
4. Exercez-vous de l'ascendant autour de vous ?
5. Etes-vous un causeur persuasif ?
6. Avez-vous de la facilité pour la parole en public ?
7. Savez-vous offrir des marchandises ou vos services ?
8. Savez-vous convaincre les gens hostiles ou indifférents ?
9. Pouvez-vous résoudre rapidement des problèmes complexes ?
10. Pouvez-vous trouver des idées originales ?
11. Raisonniez-vous avec logique ?
12. Concentrez-vous votre attention sur un seul sujet pendant longtemps ?
13. Vous rappelez-vous ce que vous avez lu ?
14. Vous rappelez-vous les détails aussi facilement que les points principaux ?
15. Vous rappelez-vous les dates, les statistiques, les figures, les numéros de téléphone, les longues listes de faits ?
16. Pouvez-vous travailler beaucoup sans fatigue ?
17. Avez-vous une volonté forte ?
18. Etes-vous capable de poursuivre avec ténacité la réalisation d'un but ?
19. Prenez-vous des décisions rapides et sûres ?
20. Assumez-vous facilement des responsabilités ?
21. Savez-vous tirer une leçon d'un échec ?
22. Avez-vous amélioré ou consolidé votre situation depuis l'an dernier ?

ÉCRIVEZ LES RÉPONSES avec tous les détails désirables. Ne soyez pas avare d'explications sur les points qui vous concernent.

Vous recevrez GRATUITEMENT et sans engagement de votre part, avec l'explication de nos méthodes, les conseils qui nous paraissent être pour vous les plus urgents.

Envoyez-nous vos réponses ou, mieux encore, apportez-les à

SYSTÈME PELMAN

80, boulevard Haussmann (service 18), PARIS-8^e

LONDRES
DUBLIN

AMSTERDAM
DURBAN

NEW-YORK
MELBOURNE

CALCUTTA
DELHI

Sous la Direction effective de Professeurs de Facultés et d'Hommes d'Affaires expérimentés
40 ANS D'EXPÉRIENCE MONDIALE DANS TOUTES LES CLASSES DE LA SOCIÉTÉ

Apprenez une langue en un temps record



correctement. Je peux demander à boire, mon chemin — mais sans comprendre les réponses.

Ah ! si nous avions eu le Linguaphone comme maître ! Le problème des Etats-Unis de l'Univers sera résolu quand on pourra parler avec le voisin dans sa langue.

J'ai fait dix fois le tour du monde, et je n'ai guère pu utiliser l'anglais que j'avais appris au lycée. Il est vrai que j'avais comme professeur Mallarmé, qui se bornait à écrire une phrase au tableau, en nous donnant toute l'heure de la classe pour la traduire. Jamais d'exercices de conversation. Je lis l'anglais, je pourrais l'écrire de l'Académie Goncourt.

Vous savez par cœur vos disques préférés. Avez-vous fait un effort pour les apprendre. Non. C'est venu tout seul.

Or, il existe une Méthode qui vous permet, tout aussi facilement, d'apprendre n'importe quelle langue vivante, en mettant à profit ce procédé tout à fait moderne. Savoir une langue de plus, c'est être certain d'embellir sa situation dans n'importe quel métier, c'est s'ouvrir de nouveaux pays, de nouvelles littératures. Par cette simple initiative, vous doublez votre valeur personnelle. Et ce n'est pas une tâche ingrate comme autrefois, c'est une distraction pleine d'attrait !

Vous vous enfoncez dans votre fauteuil, et vous écoutez.

Comme une chanson, les leçons parfaitement graduées se gravent, par l'oreille, dans votre mémoire. La prononciation exacte vous vient spontanément, parce que vous n'avez jamais entendu un mot mal prononcé. Les voix que vous entendez sont celles des plus grands professeurs de Paris, Londres, Madrid, Berlin, Rome, etc., célébrités inabornables par tout autre moyen. Vous savez bientôt lire, écrire et parler, et vous supplanterez facilement ces attardés qui lisent une langue, l'écrivent, mais sont incapables de tenir une conversation. Ils ont pourtant bien tous leurs sens, des oreilles aussi bien que des yeux. Com-

ment ont-ils fait la faute d'apprendre cette langue comme s'ils étaient sourds-muets ?

Créée par les plus éminents professeurs, la Méthode Linguaphone a été jugée et recommandée par les esprits les plus clairvoyants, tels que Maeterlinck, Mgr Baudrillard, H.-G. Wells, Bernard Shaw, Sinclair Lewis, etc.

Plus de 8.000 Ecoles et Universités l'ont adoptée.

Mais rien ne vaut une expérience personnelle. C'est par vous-même que vous pouvez juger cette méthode, et cela sans frais, pour constater si elle convient à votre propre cas.

Sans aucun engagement pour vous, nous vous confierons le cours complet que vous choisirez, GRATUITEMENT pendant huit jours.

Profitez de cet essai gratuit, renseignez-vous : des indications précises à ce sujet vous sont données dans la brochure-magazine illustrée que vous recevrez gratuitement sur simple demande. Mille détails intéressants sur l'étude des langues et sur la méthode qui révolutionne cet enseignement compléteront votre information. Procurez-vous sans faute cette brochure aujourd'hui même.

ENVOYEZ CE COUPON SANS RETARD

INSTITUT LINGUAPHONE, Annexe B 8
12, rue Lincoln (Champs-Élysées), Paris-8^e

Monsieur le Directeur,
Je vous prie de m'envoyer, gratuitement et sans aucun engagement pour moi, une brochure Linguaphone entièrement illustrée, m'apportant sur cette méthode des renseignements complets.

Les langues qui m'intéressent sont :

NOM

ADRESSE

RÈGLES A CALCULS DE POCHE MARC

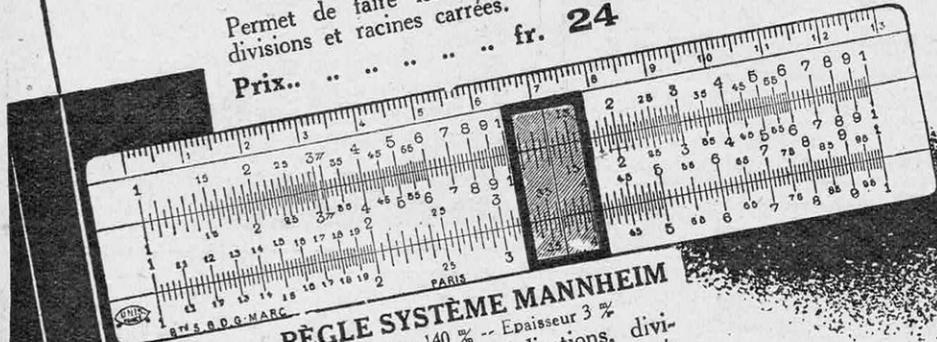
ÉTUDIÉES POUR VOTRE POCHE
et aussi indispensables que votre stylo



RÈGLE SCOLAIRE
Longueur 140 mm -- Epaisseur 3 mm

Permet de faire les multiplications,
divisions et racines carrées.

Prix.. .. fr. 24



RÈGLE SYSTÈME MANNHEIM
Longueur 140 mm -- Epaisseur 3 mm

Permet de faire multiplications, divi-
sions, racines carrées et certaines opé-
rations, telles que cubage des bois, etc.

Prix.. .. fr. 30

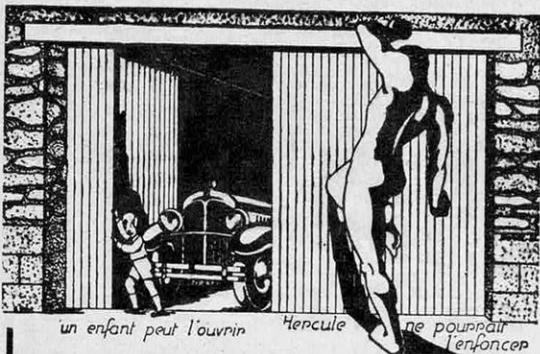


RÈGLE SPÉCIALE pour ÉLECTRICIENS
Longueur 150 mm -- Epaisseur 3 mm

Multiplications, divisions, racines carrées et cubi-
ques, transformation de HP en Kw et inversement,
Calculs de rendement de moteurs et dynamos,
résistance et chute de tension. Poids d'une barre
d'acier, d'un fil de cuivre ou d'aluminium, circon-
férence et surface latérale d'un cylindre.

Prix.. .. fr. 36

DÉTAIL : MAISONS D'APPAREILS DE PRÉCISION
PAPETIERS - LIBRAIRES - OPTICIENS
GROS EXCLUSIVEMENT :
CARBONNEL & LEGENDRE
12, rue Condorcet, PARIS (9^e) — Tél. : Trudaine 83-13



LA PORTE-SOUPLE POYER

pour GARAGE, REMISE, BOX, etc.,
EST LA PLUS SOLIDE LA PLUS PRATIQUE
ET LA PLUS ÉCONOMIQUE

Elle ne prend aucune place et remplace avantageusement toute autre fermeture hors d'usage.

Portes à vantaux rigides sur galets, Pivotants, Cloisons mobiles, Portes « Ascensor », Grilles articulées, Persiennes fer, Volets roulants fer et bois, Jalousies à l'italienne.

DEMANDEZ, SANS ENGAGEMENT, NOTICE SV
aux Etablissements POYER & C^{ie}

SIÈGE SOCIAL • BUREAUX • USINES

Rue d'Alsace-Lorraine, à PETIT-QUEVILLY
près Rouen — Tél. : Rouen 460-46

Bureau pour Paris, Seine, Seine-et-Oise, Seine-et-Marne :

8 bis, Cité Trévisse, PARIS (9^e)

Tél. : Provence 28-76

Un joli cadeau à offrir



le
Stéréoa

Appareil photographique stéréoscopique

pour : **440^{FR}**

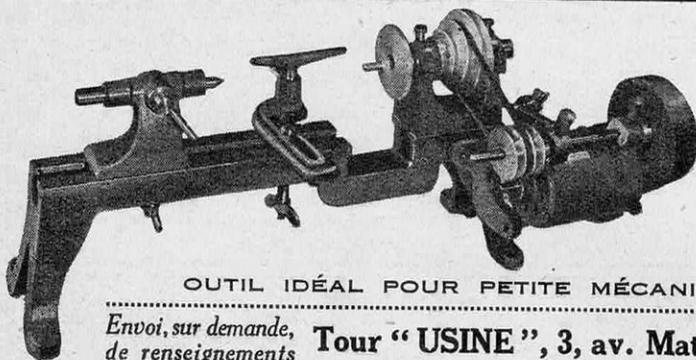
E^{ts} Jules RICHARD

25, Rue Mélingue, PARIS

Magasin de Vente : 7, Rue Lafayette (Opéra)

A CÉSAR CE QUI EST A CÉSAR
LA PRÉCISION AUX APPAREILS J. RICHARD

à découper et à
renvoyer pour
recevoir franco le
CATALOGUE



Tour "USINE"

la première petite machine-outil
de précision

Banc rompu en fonte, livré avec ou
sans moteur, peut recevoir un chariot,
un mandrin, des pirces américaines
de 1 à 8 m/m.

OUTIL IDÉAL POUR PETITE MÉCANIQUE DE PRÉCISION

Envoi, sur demande, de renseignements Tour "USINE", 3, av. Mathurin-Moreau, Paris-19^e

LA STÉNOGRAPHIE RÉFORMÉE

A LA PORTÉE DE TOUS, EN 12 LEÇONS

(Méthode PRÉVOST-DE MULDER)

Simplification du Système PRÉVOST-DELAUNAY
supprimant toutes les "INCOMPATIBILITÉS"

Demandez la Brochure explicative n° 2 à

L'ÉCOLE BÉNÉDICT

23, BOUL. DES ITALIENS, PARIS-2^e

COURS ET LEÇONS A L'ÉCOLE ET PAR CORRESPONDANCE

CONSERVATION parfaite des ŒUFS

PAR LES

COMBINÉS BARRAL

Procédé reconnu le plus simple
et le plus efficace
par des milliers de clients.

5 COMBINÉS BARRAL
pour conserver 500 œufs

FRANCO A DOMICILE 11 FRANCS

Adresser les commandes avec un mandat-
poste, dont le talon sert de reçu, à
M. Pierre RIVIER, fabricant des Combli-
nés Barral, 3, villa d'Alésia, PARIS-14^e.

PROSPECTUS GRATIS SUR DEMANDE



Ecole BERLITZ

The Berlitz School of Languages

PARIS - 31, boulevard des Italiens, 31 - PARIS

Entrée particulière : 27, rue de la Michodière

ENSEIGNEMENT PRATIQUE des LANGUES VIVANTES aux ADULTES des 2 SEXES

I. — Enseignement sur place : (à l'Ecole ou au domicile de l'élève).

Les 8 et 9 mai

Ouverture de nouveaux Cours en toutes langues

(leçons particulières et cours collectifs), Débutants, Perfectionnement, Conversation, Correspondance commerciale, Littérature, Préparation aux examens. Le on d'essai gratuite. Inscription ouverte tous les jours de 9 heures du matin à 9 heures du soir (samedi, de 9 h. à 6 h.). Demander le prospectus S.V. franco.

II. — Enseignement par la correspondance. — « Berlitz chez soi » (B. C. S.). — *L'Anglais et l'Espagnol sans professeur*, en quelques mois ; sans se déplacer ; à peu de frais et sans grand effort (3 heures de travail par semaine). Démonstration gratuite. Demander la notice B. C. S. franco.

III. — Cours radiodiffusés (studio des P. T. T.). Demander la notice T.S.F. franco.

IV. — Bureau de traduction le plus important sur la place de Paris. Spécialité : Traductions techniques et en toutes langues. Interprètes. Tarif B. T. franco.

V. — Conférences en langues étrangères : Tous les vendredis à 20 h. 30. Demander le programme franco.

La première Ecole Berlitz a été fondée en 1878. Les Ecoles Berlitz sont répandues dans le monde entier. Les Ecoles Berlitz ont obtenu les plus hautes récompenses aux Expositions internationales.

Découpez, remplissez la formule ci-contre et envoyez-la au Directeur de l'

ÉCOLE BERLITZ
31, boulevard des Italiens
Paris
27, rue de la Michodière

NOTA
Biffer les mentions inutiles

Monsieur le Directeur, Date.....
Je vous prie de m'adresser gratis et franco : Le prospectus de l'Ecole Berlitz de Paris (cours des 8 et 9 mai). — La notice "Berlitz chez soi" (l'anglais, l'espagnol par la Correspondance). — Les tarifs du Bureau de traduction. — Le programme des Conférences.
Nom..... Profession.....
Adresse.....
Signature :
Langue demandée

LANGUES VIVANTES

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.

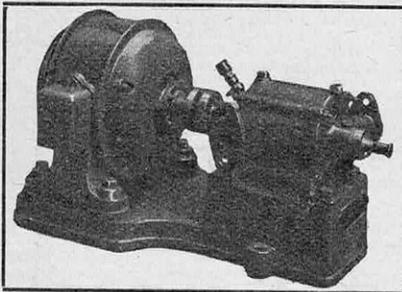
Tous les élèves sont pourvus d'une situation

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.

3 bis, rue d'Athènes, PARIS

POMPES DAUBRON

57, avenue de la République, PARIS



ÉLECTRO-POMPES DOMESTIQUES

pour villas, fermes, arrosage, incendies

FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE

Distribution d'eau sous pression
par les groupes

DAUBRON

POMPES INDUSTRIELLES

tous débits, toutes pressions, tous usages

Devenez rédacteur, écrivain

Un bon rédacteur se fera toujours une place de premier plan, quelle que soit la carrière où le portent ses préférences.

Savoir bien rédiger est une condition essentielle de réussite, non seulement dans la presse, mais dans la *publicité*, les *affaires*, l'*administration*.

Les bons rédacteurs sont rares. Apprenez le métier d'écrivain, en quelques mois, par une méthode éprouvée, facile et attrayante. Ce sera pour vous une garantie personnelle de succès dans l'avenir, quoi qu'il vous arrive.

Retournez-nous ce coupon aujourd'hui même. Vous recevrez gratuitement une brochure de renseignements qui contient l'exposé clair et détaillé de notre programme d'étude.

COUPON (à envoyer sans retard)

ÉCOLE A. B. C. DE RÉDACTION, Groupe B 7
12, rue Lincoln (Champs-Élysées), Paris-8^e

Je vous prie de m'envoyer, gratuitement et sans engagement pour moi, une brochure **Ecrire pour le plaisir, pour le profit**, m'apportant des détails complets sur la méthode A. B. C. de rédaction littéraire et pratique.

NOM

Profession Age

ADRESSE



Ne vous y trompez pas !

Dans un classement à fiches visibles il n'y a pas que la visibilité de fiches qui compte.

La visibilité des noms est évidemment essentielle mais une visibilité régulière, sans possibilité de décalage latéral des fiches.

Mais il faut encore :

un mouvement parfait des fiches ;

une mise à jour rapide par suppression des fiches périmées et création des fiches nouvelles ;

des dispositifs variés pour obtenir un bon rendement dans toutes les applications ;

des meubles fabriqués pour un travail intensif, rapide, facile ;

et d'un aspect agréable à l'œil.

Le système **FORINDEX** est indéréglable dans tous les sens grâce à la juxtaposition parfaite des tringles porte-fiches, à masselottes calibrées, grâce aussi à la fixation des fiches et pochettes sur toute la largeur.

Les fiches et pochettes **FORINDEX** fonctionnent sans fatigue pour l'employé et sans usure car elles effectuent un simple mouvement de rotation autour de la tringle, axe rigide et lisse.

Chaque des tringles **FORINDEX** portant les fiches et pochettes peut être enlevée instantanément du tiroir et remise à n'importe quelle place sans mécanisme de serrage.

FORINDEX permet l'utilisation des fiches, directement sur tringles, ou avec pochettes, cavaliers, dispositif autosignal et vingt combinaisons différentes.

Les meubles **FORINDEX**, en tôle d'acier, sont étudiés pour donner une robustesse maximum, un poids minimum, un fonctionnement doux et silencieux dans les détails de fabrication des tiroirs, en particulier.

Les meubles **FORINDEX** sont à leur place dans les bureaux les plus luxueux. Leur peinture, émail vert olive, très adhérente, leurs devant de tiroirs à porte-étiquettes et coquille de manœuvre leur donnent une élégance sobre et d'un goût parfait.

adoptez

FORINDEX

modèles à 8, 12, 16 tiroirs dans les largeurs de fiches courantes.



Y.A. CHAUVIN
12 RUE S^t MERRI PARIS (1V^e)
TÉLÉPHONE : TURBIGO 84-35, 36, 37

PETIT TOURET ÉLECTRIQUE

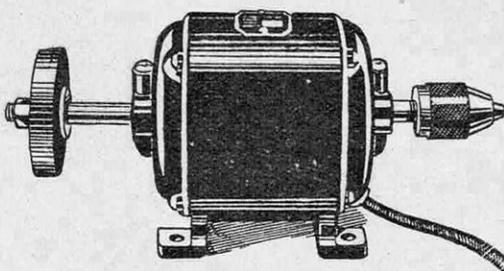
à vitesse fixe

POUR TOUS TRAVAUX D'AFFUTAGE
MEULAGE - POLISSAGE - PERÇAGE

Puissance 1/20 HP. - MODÈLE ENTIÈREMENT BLINDÉ - Vitesse 2.800 t.-m.

Caractéristiques indispensables pour tous affûtages

COMPLET
avec meule, mandrin,
prise de courant



240 fr.

MOTEURS ÉLECTRIQUES MONOPHASÉS
pour toutes applications industrielles et domestiques

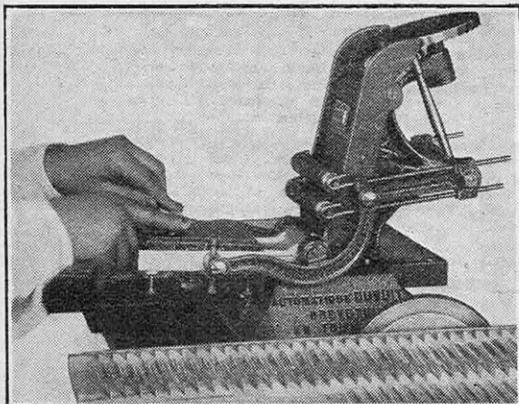
R. VASSAL, 13, rue Henri-Regnault, SAINT-CLOUD (S.-&O.)

-I- SUPPRIMEZ VOS ÉTIQUETTES -I-
IMPRIMEZ DIRECTEMENT VOS PRODUITS

L'AUTOMATIQUE

DUBUIT

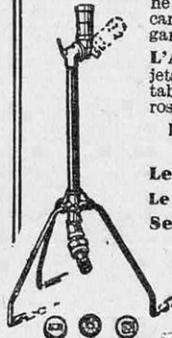
imprime sur toute surface 1.800 objets à l'heure.
marques, caractéristiques, références, prix, etc.



Présentation plus moderne
Quatre fois moins cher que les étiquettes
Nombreuses références dans toutes les branches de l'industrie

Machines DUBUIT, 62 bis, r. St-Blaise, PARIS-20°
Tél. : Roquette 19-31

L'Arroseur IDEAL E. G., BREVETÉ S. G. D. G.,
ne tourne pas et donne l'arrosage en rond,
carré, rectangle, triangle et par côté ; il est
garanti inusable et indé réglable.



L'Arroseur rotatif IDEAL est muni de
jets d'un modèle nouveau, réglables et orien-
tables, permettant un ar-
rosage absolument parfait.

Le Râteau souple
IDEAL E. G.

Le Pistolet IDEAL E. G.

Le Pulvérisateur LE FRANÇAIS.
Seringues, Robinetterie, etc.

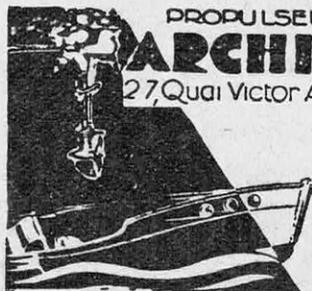


Eug. GUILBERT, Constructeur
160, avenue de la Reine. 160
BULOGNE-S-S. - T. Molitor 17-76

PROPULSEURS HORS-BORD

ARCHIMÈDES

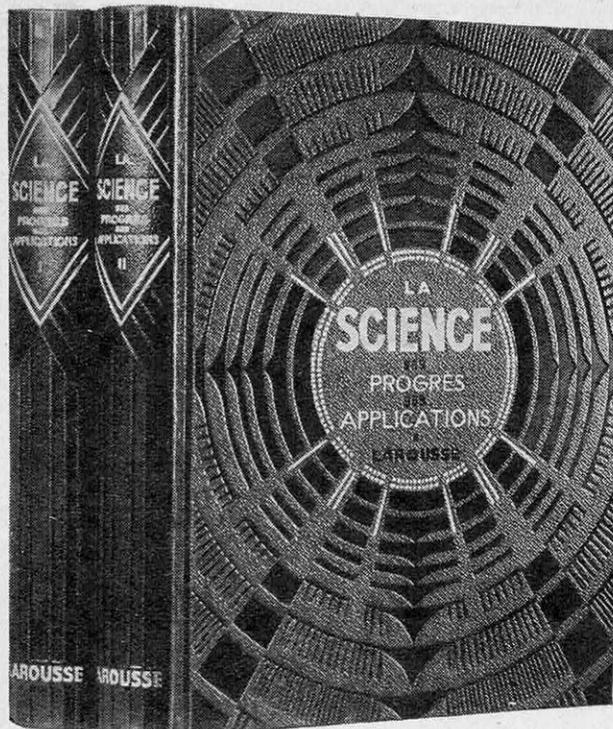
27, Quai Victor Augagneur, LYON



POUR
tous bateaux:
PLAISANCE
PÊCHE
VOILIER
SPORT
TRANSPORT

DEMANDEZ CATALOGUE
GRATUIT N° 23

GARANTIS UN AN



Le 2^{ème}
et dernier volume
vient de paraître

LE 31 MAI
clôture de la sous-
cription au prix de
faveur

LA

SCIENCE, SES PROGRES SES APPLICATIONS

en DEUX VOLUMES grand in-4° (format 32×25), publiés sous la direction de G. URBAIN, de l'Institut, et M. BOLL, docteur ès sciences, avec la collaboration de 50 savants, professeurs et ingénieurs.

Ouvrage unique en son genre, et d'un exceptionnel intérêt pour toutes les personnes qui aiment la Science : **La grande Histoire de la Science qui manquait encore (Tome 1^{er}) ; — Le vaste tableau d'ensemble de la Science actuelle qu'on ne trouvait nulle part (THÉORIES ET APPLICATIONS) (Tome II) : mécanique appliquée, moteurs, industrie du froid, optique, photographie, cinéma, éclairages modernes, électrotechnique, radioélectricité, T. S. F., télévision, industries chimiques, etc.**

Deux splendides volumes (Collection in-4° Larousse, format 32×25), illustrés de 2.360 héliogravures, 12 hors-texte en couleurs et de nombreuses planches en noir.

Grandes facilités de paiement
(20 francs par mois)

**PROSPECTUS - SPÉCIMEN
 FRANCO SUR DEMANDE**

à la Librairie LAROUSSE, 13-21, rue Montparnasse,
 PARIS (6^e).

(On souscrit chez tous les Libraires)

**BULLETIN DE COMMANDE
 VALABLE JUSQU'AU 31 MAI 1934**

à envoyer avant cette date à votre libraire ou à la
 Librairie LAROUSSE, 13-21, rue Montparnasse, Paris (6^e).
 Chèque postal 153-83 Paris.

Veillez m'adresser *franco* (1), un exemplaire de **LA SCIENCE, ses progrès, ses applications** :

En deux volumes brochés, livrables à la souscription, au prix de faveur de **245 fr. — 220 fr.** (2).

En deux volumes reliés *demi-chagrin*, livrables à la souscription, au prix de faveur de **335 fr. — 310 fr.** (2).

Je paierai à raison de **20 fr.** par mois, par traites mensuelles, la première le 5 du mois prochain (3). — Je paie au comptant, en souscrivant.
(Biffer les mots dont il ne doit pas être tenu compte.)

Nom, qualité, adresse.....

.....

.....

Le 1934.

(Sc. et V.) SIGNATURE :

(1) En France, Algérie, Tunisie et Maroc ; pour les autres pays demander les conditions.

(2) Le premier chiffre s'applique au paiement par mensualités, le second, au paiement comptant.

(3) Conditions valables seulement pour la France, l'Algérie, la Tunisie, la Belgique et le Luxembourg ; pour le Maroc paiement de 20 % à la commande.

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

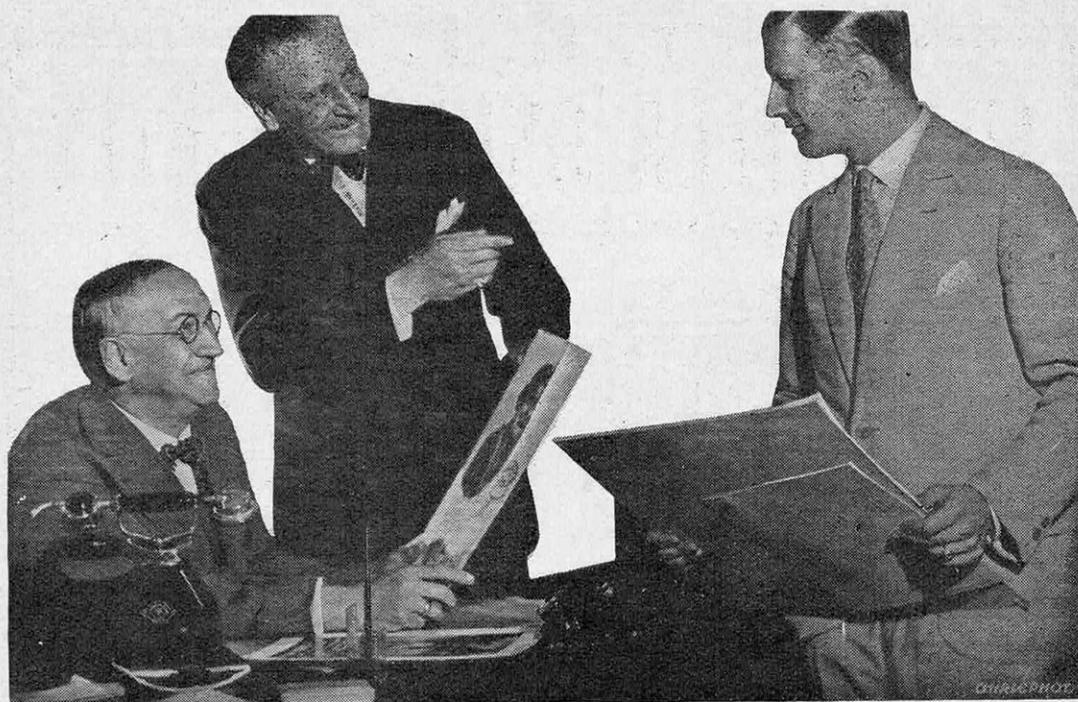
◀ **FILTRE** ▶MAISONS D'ARTICLES DE MÉNAGE
et 155, faubourg Poissonnière, Paris**MALLIÉ***pour corriger
le voltage!*.. et protéger votre appareil de T.S.F., votre
outillage électrique et vos lampes, contre les
variations du secteur, adoptez le
Survolteur-Dévolteur FERRIX.Un coup d'œil au voltmètre, un coup de
pouce au bouton moleté et le voltage
normal est rétabli.*et pour abaisser le voltage!*adoptez les transformateurs de sécurité
FERRIX, qui vous permettront d'alimenter
vos lampes et votre outillage électrique
en 12 ou 24 volts.Plus de vols de lampes d'un voltage inusité,
plus d'électrocution. La bourse et la vie
à l'abri!**“FERRIX”**

Pub. R.-L. Dupuy

Documentat. | 2, rue Villaret-de-Joyeuse - PARIS
sur demande | 98, avenue Saint-Lambert - NICE**TRESORS CACHÉS**Tous ceux qui désirent connaître le
secret du pendule et des corps radiants
nous demanderont la notice du
“MAGNETIC REVEALATOR”
contre 2 francs en timbres
Permet de découvrir sources gisements
trésors, minéraux etc.....
SWEETS FRÈRES Dep^{ts} 5236^{me} RUE DE LA TOUR D'AUVERGNE, PARIS 9^e**INVENTEURS**Pour vos
BREVETSAdressez-vous à : **ROGER PAUL**, Ingénieur-Conseil
35, rue de la Lune, PARIS (2^e) *Brochure gratis!***TOUS LES**
et autres**SCIAGES**

usages, avec...

VOLT-SCIE
sur courant lumière...et tous
vos autres
travaux
avec
VOLT-OUTILet **WATT-OUTIL** 1/2 cvqui rainure, toupille, mortaise, etc...
*Marche sur établi et sur courant-lumière***VOLT-SCIE, VOLT-OUTIL, WATT-OUTIL**
sont trois machines artisanales de haute classe**S. G. A. S.** ING.-CONST^{ts} 44, rue du Louvre
Brevetés S. G. D. G. **PARIS (1^{er})**Pour **25 fr.** une machine
à calculer de
poche (6x12 cm)**F. DARNAY**
7, rue Coypel
PARIS



Pourquoi ne l'aviez-vous pas dit, que vous saviez dessiner ?

« Voici notre jeune accusé, monsieur le directeur. Son crime est très net : il a du talent et nous l'a laissé ignorer.

« C'est par hasard que j'ai fait cette découverte. Samedi dernier, dans le métro, je remarquai ce garçon à l'autre bout de ma voiture, à cause de son air absorbé. Il griffonnait je ne sais quoi sur un carnet dissimulé dans le creux de sa main. Un simple mouvement de paupières de temps en temps, un rapide coup d'œil allait fusiller quelque chose un peu plus loin. Je suivis ce regard et découvris l'objet de son attention : une confortable grosse dame empanachée, binoclée, frisée, cold-creamée, pincée, affalée et digne d'entrer dans la postérité par la main d'un Forain ou d'un Léandre.

« Je pus jeter un regard sur le carnet. Ce n'était pas tout à fait un portrait, pas encore une caricature ; c'était une « traduction » du curieux modèle, mais combien intelligente.

« — Mais vous n'aviez jamais dit, au bureau, que vous saviez dessiner ?

« — Oh ! Monsieur, je débute, me répondit-il. De simples croquis sans valeur. Je fais ça pour m'amuser.

« Quand je sus qu'il avait chez lui de nombreux cartons bourrés de dessins, je voulus les voir. Je trouvai à son domicile, comme je m'y attendais, les productions les plus originales et les plus diverses, à la plume, au pinceau, au crayon : paysages, scènes de rue, compositions décoratives, illustrations de livres, projets de meubles, et aussi des essais de publicité pour nos marques, d'où je tirai les esquisses que vous avez sous les yeux.

« — Mais pourquoi ne m'aviez-vous pas dit que vous saviez dessiner ?

« — C'est qu'il y a très peu de temps que je dessine, Monsieur le Directeur, trois mois à peine.

« — Trois mois ? Comment diable avez-vous fait ?

« — J'avais toujours voulu dessiner, mais les tristes leçons d'école m'avaient découragé. Je faisais bien tout seul quelques essais ; mais ça n'allait pas. Récemment, j'ai voulu savoir ce que vaut la méthode A. B. C. de Dessin. La brochure m'a intéressé. J'ai pris un cours.

« C'est pour moi une révélation formidable. Mille petits secrets que l'on ne peut découvrir tout seul. Un plaisir constant. J'expédie mes devoirs à mon professeur — un artiste réputé — je reçois ses corrections et réponses avec un véritable enthousiasme. Dès les premières semaines, j'étais étonné des progrès réalisés : mes dessins tenaient debout. Ils commençaient même à me plaire. Maintenant, de plus en plus, les difficultés qui m'arrêtaient sont mortes. Tout me paraît simple, et pourtant je m'aperçois que j'ai appris déjà tout un métier...

« — C'est vraiment merveilleux. Et quand comptez-vous avoir terminé vos cours ?

« — Dans quelques mois.

« — Bien. Laissez-moi ces esquisses, elles serviront. Continuez sérieusement et montrez-moi chaque fois ce qui peut intéresser la Maison. Je vous donnerai le moyen d'utiliser vos talents et d'améliorer largement votre situation. »

Combien ont dû leur réussite à leurs qualités de dessinateurs, aussitôt qu'elles furent mises en valeur. Aussi, pour faire connaître la Méthode A. B. C. de Dessin, si simple et rapide, nous avons fait éditer un Album-Magazine illustré donnant tous les renseignements nécessaires sur le programme et le fonctionnement de nos cours, qui ont déjà permis à tant et tant de se réaliser. Cet album est offert à toute personne qui en fait la demande. Il suffit d'envoyer rempli le coupon ci-dessous.

POSTEZ CE COUPON SANS RETARD

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN, Studio B 8
12, r. Lincoln (Champs-Élysées), Paris-8^e

Je vous prie de m'envoyer, gratuitement et sans engagement pour moi, un album Le dessin par la méthode A. B. C., entièrement illustré, m'apportant tous les détails désirables sur cette méthode.

NOM

Profession Age

ADRESSE

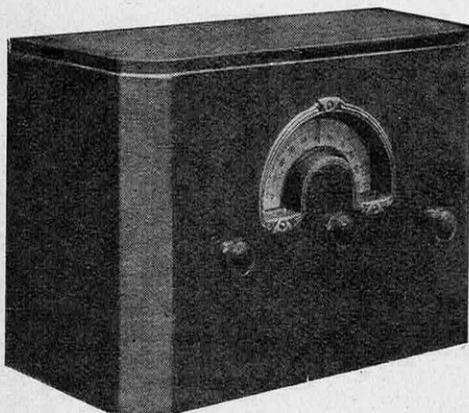
.....

T. S. F.

ADAPTATEUR ONDES COURTES

A GRANDE SENSIBILITÉ

(DÉCRIT DANS CETTE REVUE PAGE 439)



Appareil simple et pratique à 1 lampe ; se branche instantanément derrière tout poste-secteur du commerce ou d'amateur ; reçoit avec facilité les émissions sur ondes courtes de l'univers entier.

Couvre avec un seul bouton à 3 commutations la gamme 10 à 175 mètres.

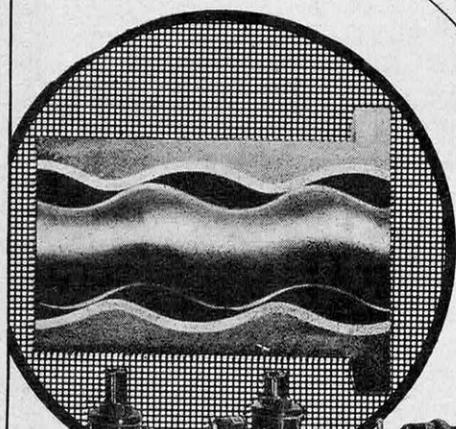
PRIX complet monté : **550 francs**

DEMANDEZ LE PRIX CONFIDENTIEL EN PIÈCES DÉTACHÉES POUR CONSTRUCTEURS, REVENDEURS, INGÉNIEURS, ÉLECTRICIENS, ETC.

Notice technique, plan de montage et devis contre 1 franc en timbres, à

RADIO-SOURCE, 82, av. Parmentier, PARIS-11°

Compte chèques postaux Paris 684-49



UNE NOUVEAUTÉ

UNE POMPE

EN CAOUTCHOUC

Pompes P. C. M. LICENCE R. MOINEAU

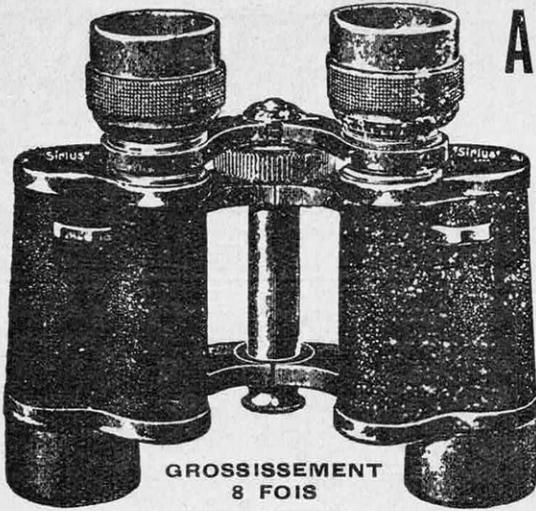
SES AVANTAGES :

- **AUTO-AMORÇAGE**
- **EAU** ▪ **MAZOUT** ▪ **ESSENCE**
- **LIQUIDES ÉPAIS** ▪ **TOUS ACIDES**
- **LIQUIDES ALIMENTAIRES**
- CRAIGNANT L'ÉMULSION
- **SILENCE** ▪ **DURÉE**
- **SIMPLICITÉ**

FOIRE de PARIS
Quartier de la Mécanique
Terrasse B - Stand 1856

Soc. POMPES, COMPRESSEURS, MÉCANIQUE

63-65, rue de la Mairie, VANVES (Seine). Tél.: Michelet 37-18



**GROSSISSEMENT
8 FOIS**

A TITRE DE RÉCLAME

nous sacrifions

10.000 JUMELLES A PRISMES

MARQUE " SIRIUS " DÉPOSÉE

au prix sensationnel de

250 frs au comptant

ou

275 frs, payables 25 frs par MOIS

Pas même deux fois le prix d'avant-guerre

DÉSIGNATION :

Grossissement 8 fois. — Objectifs de 26 mm de diamètre, grande luminosité et grand effet stéréoscopique. Corps aluminium fondu recouvert d'un granité gommé inaltérable. Branches articulées permettant tous les écarts d'yeux. Monture émaillée noire. Mise au point par molette centrale, ou ulnaire droit correcteur. Cordon sautoir pour le port de la jumelle hors de l'étui. Livrée en étui tout cuir brun, cousu sellerie avec courroie bandoulière. Champ linéaire à 1.000 mètres : 100 mètres. Diamètre de l'anneau oculaire 3,2. Luminosité 10,3. Poids avec étui : 900 grammes. Hauteur fermée : 127 mm.

ENVOI FRANCO SUR DEMANDE DU CATALOGUE GÉNÉRAL DE TOUS NOS ARTICLES VENDUS AVEC 12 MOIS DE CRÉDIT

JUMELLES A PRISMES " STREMBEL "

donnant le maximum de champ et de clarté

Grossissement : 8 FOIS

Avec étui cuir havane, avec courroie bandoulière et courroie sautoir

N° 10. - MODÈLE RÉCLAME

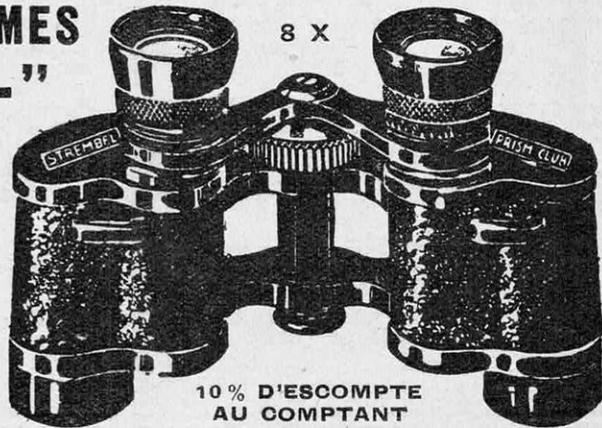
Prix exceptionnel : 360 frs

N° 11. Bonne qualité..... 400 fr.

N° 12. Très bonne qualité.... 450 fr.

N° 13. Qual. sup., choix extra. 500 fr.

Payables : 30, 40 ou 50 fr. par mois (suivant le modèle choisi)



10 % D'ESCOMPTE
AU COMPTANT

Haut., fermée : 106 mm, Poids sans étui : 520 gr. Avec étui : 850 gr.

Modèles supérieurs avec GRANDS OBJECTIFS

N° 14. Bonne qualité..... 550 fr.

N° 15. Qualité supérieure, choix extra. 600 fr.

N° 16. Grossissant 12 fois... 800 fr.

N° 17. Grossissant 16 fois... 1.000 fr.

Payables : 40, 50, 60, 80 ou 100 francs par mois (suivant le modèle choisi)

BULLETIN DE COMMANDE

Veillez m'adresser votre jumelle n°....., du prix de..... fr., que je paierai à raison de..... fr. par MOIS, le 1^{er} versement à la réception et ensuite je verserai, moi-même, chaque mois à la poste, au crédit du compte chèques postaux Nantes n° 5.324, le montant d'une mensualité, ou au comptant au prix de..... fr. (Rayer la mention inutile.)

Nom :

Prénoms :

Qualité ou profession :

Adresse de l'emploi :

Domicile :

Signature :

Le 1934.

MAISON

Pierre STREMBEL

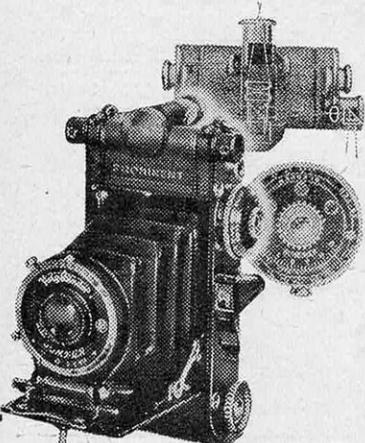
Fondée en 1906

LES SABLES-D'OLONNE

(VENDEE)

Un Appareil Photographique
ULTRA PERFECTIONNÉ

Voigtländer



PROMINENT

LA TECHNIQUE NOUVELLE

Pourquoi ultra perfectionné ?

Parce que le "PROMINENT":

● 1° - comporte, dans le corps de l'appareil, un télémètre à oculaire télescopique réglable à la vue de chacun, accouplé au dispositif d'avancement de l'objectif pour assurer une mise au point micrométriquement parfaite, l'appareil même fermé.

● 2° - possède, incorporé au boîtier, un posomètre à viseur et à trois fenêtres d'intensités différentes, qui donne le temps de pose exact, pour chaque ouverture de l'objectif, en fonction des conditions d'éclairage et de la sensibilité du film utilisé.

● 3° - est muni de l'objectif HELIAR 1/4,5 à 5 lentilles, de 105 mm de foyer, dont la réputation est mondialement établie. L'HELIAR est monté sur obturateur COM-PUR à retardement donnant la pose en un et deux temps et les vitesses de 1 sec., 1/2, 1/5°, 1/10°, 1/25°, 1/50°, 1/100°, 1/250°.

● 4° - donne à volonté : soit 8 photos de 6×9 cm, soit 16 photos de 43×55 mm sur bobines 6×9 par simple application d'un cache à même la pellicule.

Que peut désirer de mieux l'amateur le plus difficile ?

Faites-vous montrer ce merveilleux "PROMINENT" et la gamme des autres appareils VOIGTLANDER chez tous les bons marchands d'articles photographiques ou demandez le catal. gratuit N° 85

SCHOBER & HAFNER

Représentants Exclusifs

3, Rue Laure Fiot - ASNIÈRES (Seine)

MANUEL-GUIDE GRATIS

INVENTIONS

OBTENTION de BREVETS POUR TOUS PAYS
Dépôt de Marques de Fabrique

H. BOETTCHER fils, Ingénieur-Correspondant, 21, Rue Cambon, Paris

Chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée

**POUR DIMINUER VOS DÉPENSES,
UTILISEZ
LES COLIS AGRICOLES**

Voulez-vous recevoir à bon compte et dans leur état de fraîcheur première les primeurs de la Vallée du Rhône ? Utilisez le tarif des colis agricoles par envois rapides de 20, 30 ou 40 kg. applicable à toutes les denrées.

Vous ne payerez que 12 fr. 95 pour un colis de 20 kg. de primeurs de Cavailon à votre domicile à Paris.

**Recherches des Sources, Filons d'eau
Minerais, Métaux, Souterrains, etc.**

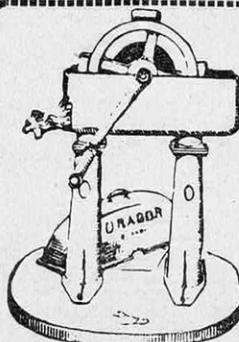
par les

DÉTECTEURS ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES

**L. TURENNE, ING. E. C. P.
19, RUE DE CHAZELLES, PARIS-17°**

**Vente des Livres et des Appareils
permettant les contrôles.**

**POMPES - RÉSERVOIRS
ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE**



DRAGOR

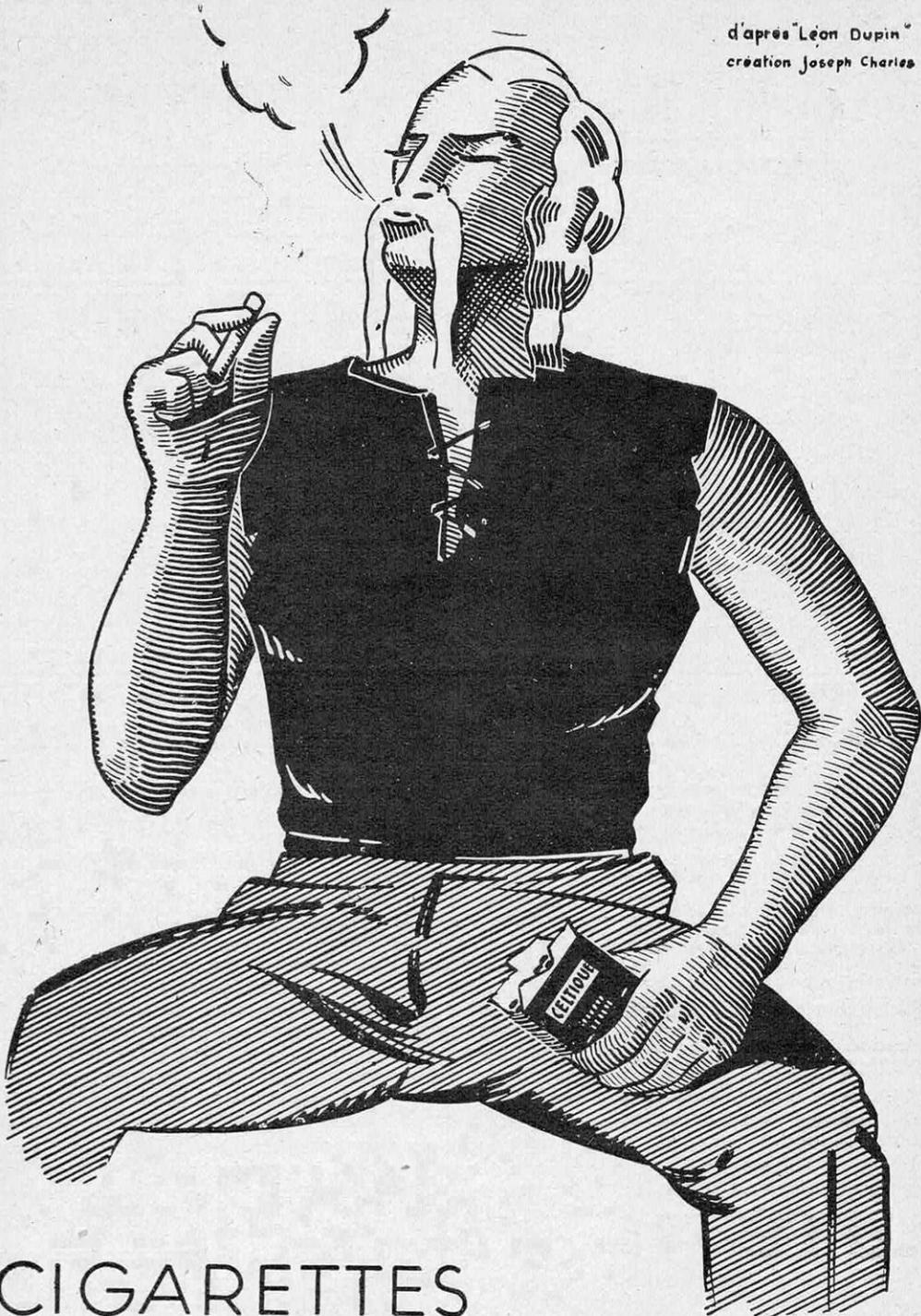
Élévateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds. A la main et au moteur. - Avec ou sans refoulement. - L'eau au 1^{er} tour de manivelle. Actionné par un enfant à 100 m. de profondeur. - Incongelabilité absolue. - Tous roulements à billes. - Contrairement aux autres systèmes n'utilise pas de poulie de fond. Donné 2 mois à l'essai comme supérieur à tout ce qui existe. - **Garanti 5 ans.**

Élévateurs DRAGOR
LE MANS (Sarthe)
Pour la Belgique :

Voir l'article, n° 83, page 446.

39, allée Verte - Bruxelles

d'après "Léon Dupin"
création Joseph Charles



CIGARETTES

CELTIQUE

CAISSE AUTONOME
D'AMORTISSEMENT ■

GROS MODULE

omnisports

HEBDOMADAIRE ILLUSTRÉ
DE TOUS LES SPORTS

Vivant — Indépendant — Moderne

Chaque jeudi, le numéro : 1 franc

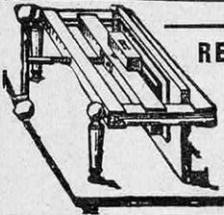
ABONNEMENT : un an, 52 numéros : 40 francs

Remboursable par de splendides primes de valeur

Envoi gratuit sur demande d'un numéro spécimen et de la liste des primes

ÉDITIONS ROBERT LAJEUNESSE

14, rue Brunel, Paris (17^e) — Compte chèques postaux Paris 932-76



RELIER tout SOI-MÊME

avec la *Relieuse-Mèredieu*
est une distraction
à la portée de tous

Outillage et Fournitures générales
Notice illustrée franco: 1 franc
V. FOUGERE & LAURENT, à ANGOULÈME

SOUS-VERRE MÉTAL

Permet d'encadrer instantanément
en toutes dimensions

En vente : Revendeurs, Marchands de couleurs
et 49, rue de la Victoire, Paris (9^e)

Nouvelle Loupe binoculaire réglable à écartement pupillaire variable

(Brevetée France et Etranger)



L. BERLAND

Opticien-Const^r

ÉTRÉCHY

(Seine-et-Oise)

Chèques post. 527.87 Paris

PERMET tous travaux et examens à la loupe par la vision simultanée des deux yeux, donne une netteté et un relief parfaits avec plusieurs grossissements. **Laisse les deux mains libres.** Supprime toute fatigue. — Appareil type laboratoire, complet, avec 3 gross^{ts}, en boîte bois et mode d'emploi, **65 fr.** Le même appareil pliant, type luxe de poche, en boîte métal et mode d'emploi, **100 fr.** Supp^t pour frais d'envoi, France et Colon., 1 fr. 50; ou contre rembour^s, 3 fr

LUTETIA GROUPES AMOVIBLES POUR TOUS USAGES

de 4 à 35 CV

de 12 à 75 kilomètres à l'heure

GROUPES FIXES LÉGERS -- CANOTS LÉGERS A GRANDE VITESSE
CANOTS DE PROMENADE 5 A 6 PLACES



M. ÉCHARD, Ing.-Const^r, 31, boulevard de Courbevoie
NEUILLY-SUR-SEINE - Tél. : Maillot 15-51

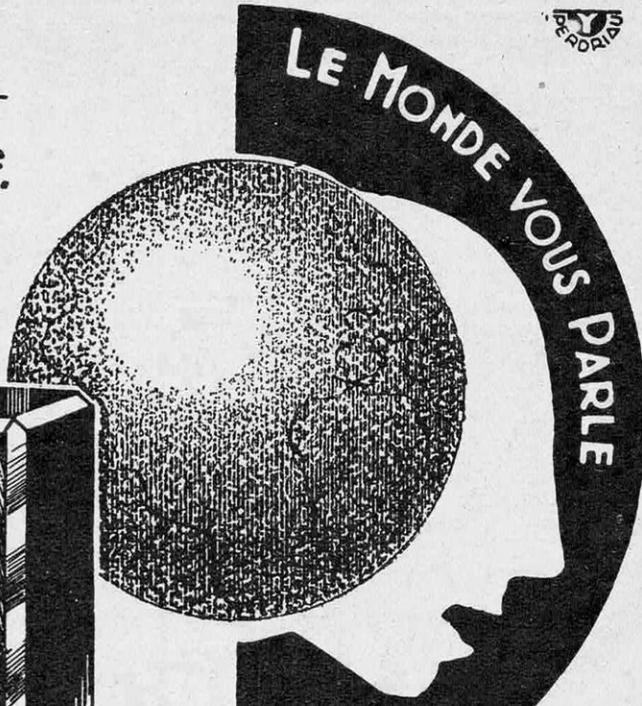
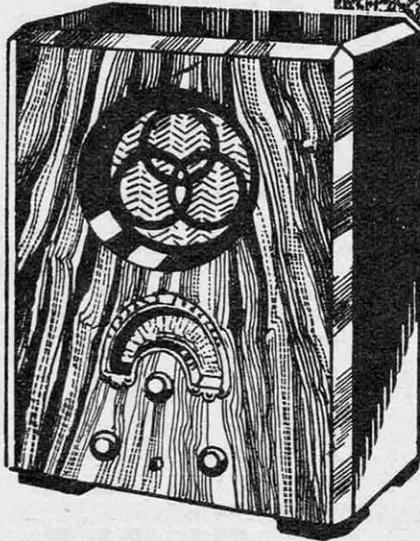
Maison fondée en 1913

FOURNISSEUR DES GRANDES ADMINISTRATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES



PRIX COMPLET

895^{f.}



**HEPTODYNE
ULTIMA**

**Une
technique !**

**Une
garantie !!**

**Un
prix !!!**

Une belle étape dans le progrès de la T. S. F. vient d'être réalisée avec l'Heptodyne « Ultima » ; non seulement tous les perfectionnements actuellement connus s'y retrouvent appliqués d'une façon rationnelle, mais l'« Heptodyne » possède aussi une qualité particulière et inédite ; équipé avec de nouveaux transformateurs combinés et construits sur stéatite avec noyau à fer, l'Heptodyne possède une amplification double en comparaison avec n'importe quel appareil de catégorie similaire, ce qui explique que l'Heptodyne reçoit à Paris 145 émissions européennes.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES : 5 lampes américaines dont 1 valve, combinées à du matériel français spécialement adapté à ces lampes — fonctionnement sur courant alternatif 110, 130, 220, 250 v., 42 à 60 périodes — 7 circuits accordés et présélecteur. Transfo d'ali-

mentation Bardou à écran statique, volume contrôle tonalité, filtre antiparasite, sélect. 8 kc : s, prise pick-up, mono-réglage absolu ; lecture directe en nom de stations. Pureté musicale uniforme et complète sur tous secteurs alternatifs. Présentation grand luxe.

Prix entièrement complet au comptant **895 fr.**

Prix entièrement complet à crédit **125 fr.** à la commande, à la livraison et 6 traites de 125 francs

Notice de l'Heptodyne « Ultima » adressée franco sur demande

Tous les postes-secteur des grandes marques aux meilleures conditions : Ducretet, Ultima, Téalémit, Sonora, Mende, etc...

RADIO-HOTEL-DE-VILLE

Maison fondée en 1914

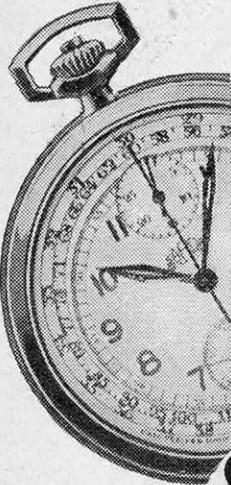
13, rue du Temple, PARIS

Métro : Hôtel-de-Ville
Magasins ouverts dimanches et fêtes
Expéditions immédiates en province

FAITES VENIR DE BESANÇON

UN CHRONOGRAPHE

au prix d'une bonne montre :



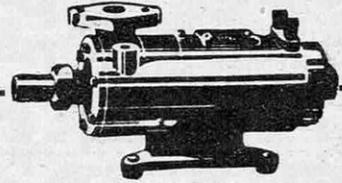
Boîtier demi-plat métal chromé, qualité soignée - garantie 8 ans, aiguille au cinquième de seconde et totalisateur de minutes.

Seul, un spécialiste expérimenté, vendant directement, peut vous offrir un tel chronographe au prix de **235 Frs.**

Pour tous autres genres de chronomètres, chronographes et de montres Hommes et Dames (**600 modèles**), demandez le catalogue gratuit "Montres" N° 34-65 des réputés Etablissements

235 fr.

SARDA
BESANÇON
FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION



NE VOUS FATIGUEZ PAS A TIRER L'EAU DE VOTRE PUIT

Pour quelques centimes à l'heure, la nouvelle pompe électrique "RECORD" la distribuera automatiquement dans votre maison, votre garage, votre jardin. Cette merveilleuse petite pompe fonctionne sans bruit, surveillance ni entretien, sur le plus petit compteur lumière, exactement comme une lampe. La consommation est inférieure à celle d'un fer à repasser. Sa garantie est illimitée. Son prix est sensationnel : **500 francs.** — Vous ne perdrez pas votre temps en demandant notre catalogue gratuit n° 4

**A. GOBIN, Ing.-Const., 3, Rue Ledru-Rollin
SAINT-MAUR (Seine)**

Exposants de la Foire de Paris

Pour l'illustration de vos Publicités
et de vos Catalogues
adressez-vous de confiance aux

Ets Laureys Frères *®

17, rue d'Enghien, Paris-10°

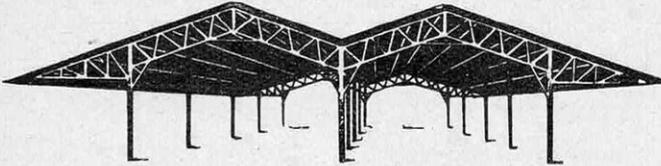
Téléph. : Provence 99-37 (3 lignes)

**PHOTOGRAVURE - COMPOSITION D'ANNONCES
GALVANOPLASTIE - CLICHERIE - STÉRÉOCHROME**

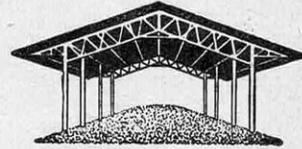
Les clichés de "LA SCIENCE ET LA VIE" sont exécutés depuis sa fondation par les Etablissements LAUREYS Frères.

Quelques-unes de nos Constructions métalliques

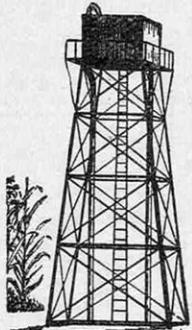
DEMANDEZ LA NOTICE QUI VOUS INTÉRESSE



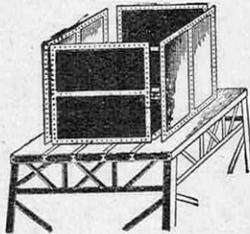
GRAND HANGAR agricole à partir de **45 francs** le mètre carré.
(Notice 144)



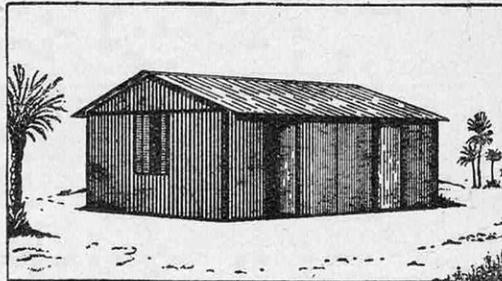
HANGAR agricole simple, cinq à quinze mètres de portée. (Notice 144)



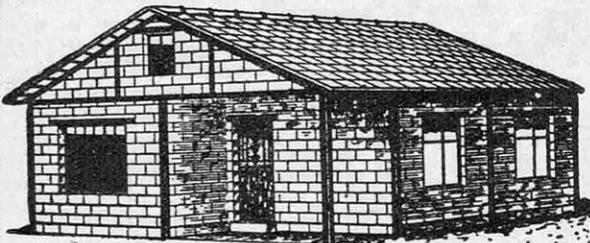
CHATEAU d'eau, 72 modèles démontables de 500 à 9.000 francs. (Notice 187)



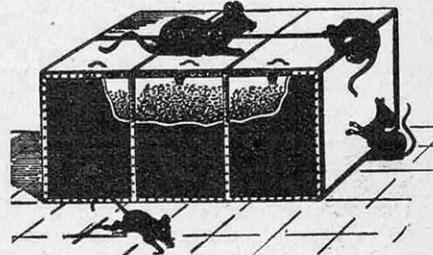
RÉSERVOIRS MÉTALLIQUES DÉMONTABLES
1.000 à 8.000 litres.
350 francs les 1.000 litres.
167 modèles distincts.
(Notice 187)



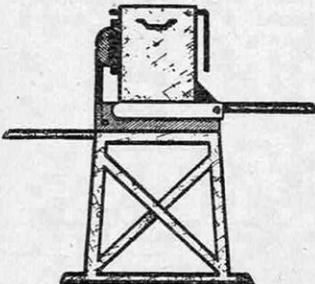
BARAQUEMENTS MÉTALLIQUES DÉMONTABLES. — 65 modèles distincts. — De **1.500 à 4.300 francs**. (Notice 192)



OSSATURES DE MAISONS D'HABITATION
16 francs le mètre cube.
(Notice 194)



COFFRES A CÉRÉALES. **300 francs** le mètre cube. — Combien de millions de « Stavisky » sont nourris inutilement par des propriétaires, qui se soucient peu de céréales dans des coffres métalliques ? (Notice 196 bis)



MACHINE à faire les agglomérés. **464 francs**. — Faites vous-mêmes les agglomérés des parois et des cloisons de vos constructions métalliques. (Notice 197)



GRANDS BANCS de scies forestières jusqu'à 27 mètres de long. (Notice 169)

NOUS VOUS INVITONS, CHERS LECTEURS, A NOUS DEMANDER LA NOTICE DE LA CONSTRUCTION QUI VOUS INTÉRESSE.

Etablissements **JOHN REID**, Ingénieurs-Constructeurs
6 bis, rue de Couronne, PETIT-QUEVILLY-LEZ-ROUEN (Seine-Inférieure)

SOCIÉTÉ ANONYME DES AUTOMOBILES

R. C. SEINE N° 75442
 ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE
 PEUGEOPAGY - PARIS

Peugeot

AV CAPITAL DE 250 MILLIONS DE FRANCS

TÉLÉPHONE:
 AUTEUIL 22-011-22-02
 INTER AUTEUIL 10 & 11

DIRECTION GÉNÉRALE

Paris (XVII^e) le 1^{er} Mars 1934.
 63 à 104, Quai de Passy

C.G. 621

*une référence
 qui se passe
 de commentaires!!!*

Bougies A.C. TITAN
 89 à 95 Boulevard de Lorraine

CLICHY

Messieurs,

Nous sommes heureux de vous confirmer que votre bougie N° 60, au cours des essais sévères que nous lui avons fait subir, a donné en toutes circonstances, des résultats excellents sur nos voitures de séries actuelles.

A la suite de ces essais, nous avons décidé de monter exclusivement, sur toutes nos voitures, les bougies de votre Marque, qui nous ont d'ailleurs toujours donné entière satisfaction depuis plus de huit ans que nous les employons.

Veuillez donc trouver ci-joint notre commande de 300.000 bougies et prendre dès maintenant les dispositions nécessaires en vue d'assurer leur livraison, aux cadences qui vous seront fixées au fur et à mesure de nos besoins.

Veuillez agréer, Messieurs, nos salutations distinguées.



S^e Anonyme des Automobiles PEUGEOT
 Le Directeur du Contrôle Général et des Achats

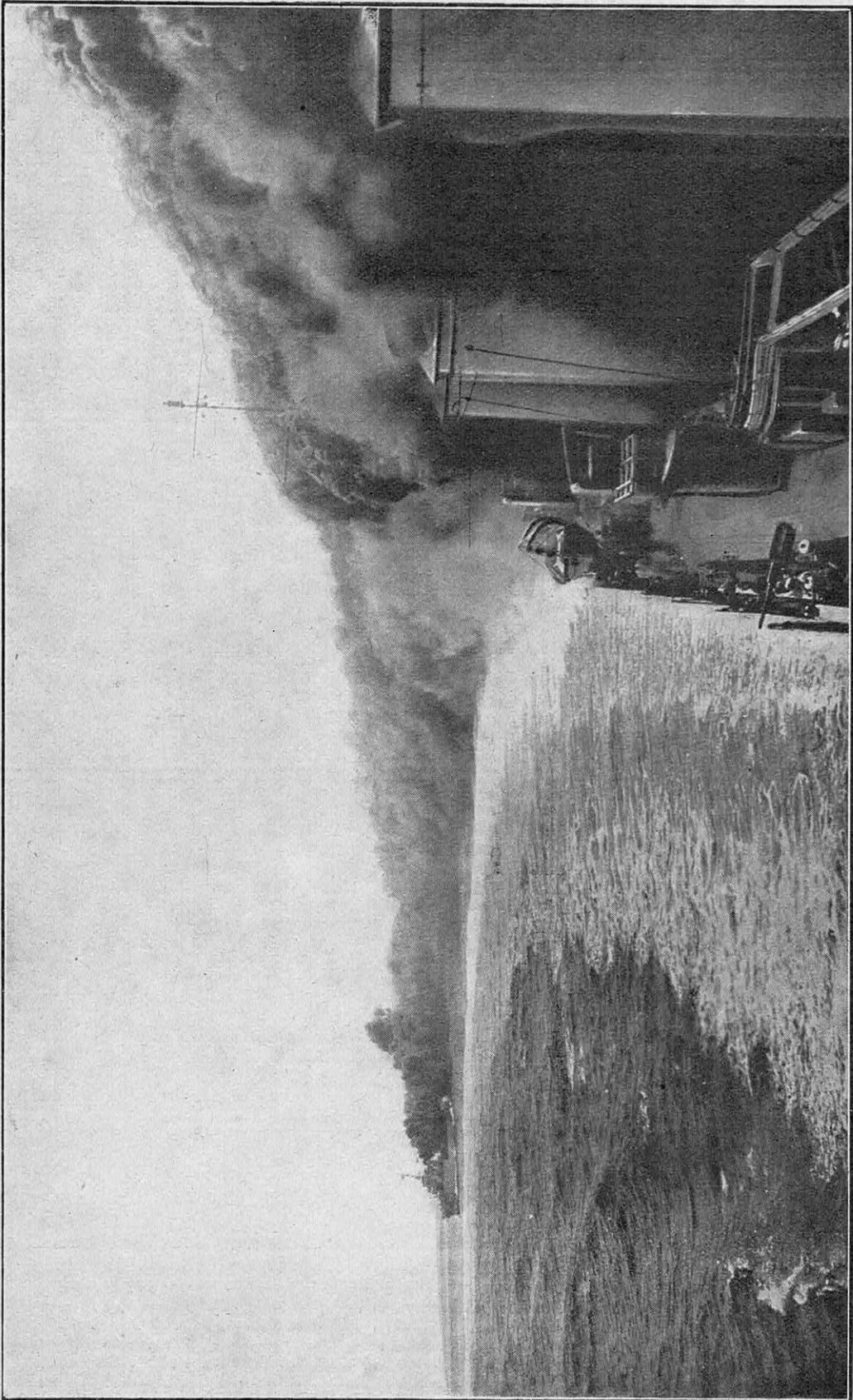
J. Hineau

BOUGIES **AC** TITAN

89, boulevard de Lorraine, CLICHY.

Torpilles et torpilleurs dans la bataille navale de demain..	A. Laboureur	357
<i>Vitesse et invisibilité : caractéristiques du succès dans l'attaque. La science a résolu le problème.</i>	Capitaine de vaisseau.	
Pourquoi la télévision n'est-elle pas encore pratiquement réalisée ? ..	L. Houllévigoué	363
<i>Certaines difficultés qui s'opposent à la réalisation pratique de la télévision ont été surmontées : (synchronisme de l'émission et de la réception, par exemple) d'autres ne le sont pas encore (manque de luminosité). Nous sommes encore au stade du laboratoire, pas encore à l'étape industrielle.</i>	Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.	
La France doit avoir une politique de la cellulose..	Robert Chenevier..	368
<i>La cellulose, base des industries du papier et des textiles artificiels, est également la matière première des explosifs. Il nous reste, au point de vue économique comme à celui de la défense nationale, à rationaliser cette production.</i>		
La première qualité d'une aviation commerciale, c'est la rapidité. Comment l'Allemagne a résolu le problème..	Jacques Maupas	377
<i>Les nouveaux avions commerciaux allemands sont parmi les plus rapides du monde. L'aviation française est en retard à cet égard vis-à-vis de nos concurrents.</i>		
Voici les lubrifiants solides qui évitent les défaillances des lubrifiants liquides	Henri Tinard	383
<i>L'emploi du carbone comme lubrifiant permet aujourd'hui d'éviter le « grippage » et les défaillances des lubrifiants liquides (graisses et huiles) qui ne remplissent pas toujours leur office.</i>		
Maintenant, la science sait déterminer les besoins du sol en principes fertilisants..	L. Théron	389
<i>Pour utiliser rationnellement les engrais, il faut pouvoir doser exactement la quantité d'éléments assimilables contenus dans le sol. Grâce à la science appliquée, l'agriculture a triomphé de l'empirisme.</i>		
C'est par l'industrie du froid que la pêche maritime reprendra son essor..	Charles Brachet	395
<i>Par la réfrigération pratiquée sur les chalutiers eux-mêmes, le poisson peut être conservé indéfiniment avant d'être livré à la consommation. Puisse-t-elle contribuer à ranimer cette industrie bien française!</i>		
La métallurgie moderne a donné à la locomotion moderne alliages légers et résistants..	Pierre Devaux..	401
<i>Les alliages d'aluminium, de magnésium font aujourd'hui concurrence aux aciers spéciaux dans l'industrie des transports automobiles, aviation, chemins de fer et même constructions navales. C'est un domaine dans lequel la science n'a pas dit son dernier mot.</i>	Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.	
Comment une découverte de Curie, il y a cinquante ans, a permis de discipliner les ondes : piézoélectricité et T. S. F.	C. Vinogradov..	407
<i>Un simple cristal de quartz permet de régler la fréquence d'émission des grands postes de T. S. F., dont la puissance atteint plusieurs dizaines de kilowatts.</i>	Ingénieur radio E. S. E.	
La forêt landaise, source de richesses industrielles..	G. Dupont	413
<i>Le pin maritime fournit l'essence de térébenthine, la colophane, dont les applications industrielles sont multiples (peintures, matières plastiques, etc.). Encore une de nos belles industries qu'il s'agit de défendre.</i>	Professeur à la Faculté des Sciences de Paris. Ancien directeur de l'Institut du Pin, de Bordeaux.	
Le transport moderne exige un tunnel moderne..	Jean Labadié	421
<i>Comment on les construit de nos jours en utilisant les merveilles de la mécanique.</i>		
Le pilotage automatique indispensable à l'aviation.	José Le Boucher..	428
<i>Pour les voyages à longue distance et par gros temps, c'est un facteur primordial de sécurité. Nous aurons bientôt l'avion sans pilote « animé » par la T. S. F.</i>		
La T. S. F. et les constructeurs..	J. M.	438
Les « A côté » de la science..	V. Rubor..	440
Chez les éditeurs.	S. V.	444

Après le tunnel ferroviaire, voici le tunnel routier. Le développement prodigieux de l'automobile a nécessité, en effet, la création de tunnels adaptés à la circulation de plus en plus intense. La couverture de ce numéro représente l'aspect qu'offrira le grand tunnel de Liverpool, en voie d'achèvement sous la rivière Mersey (voir article, page 421). On y voit les deux embranchements qui conduisent aux centres les plus importants de la grande cité maritime. Liverpool sera, après Hambourg et Anvers, le troisième port européen pourvu d'un tunnel routier. La circulation souterraine rapproche des « activités » jadis territorialement isolées.



APRÈS AVOIR LANCÉ SES TORPILLES, UNE DIVISION DE TORPILLEURS SE DÉROBE DERRIÈRE UN NUAGE ARTIFICIEL DE FUMÉE

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

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

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

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

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

Copyright by La Science et la Vie, Mai 1934, R. C. Seine 116.544

Tome XLV

Mai 1934

Numéro 203

TORPILLES ET TORPILLEURS DANS LA BATAILLE NAVALE DE DEMAIN

Par le capitaine de vaisseau A. LABOUREUR

Les grandes nations maritimes, et en particulier la Grande-Bretagne, sont en train d'intensifier leur armement naval, comme nous le rappelons d'autre part (1). Nous avons eu, d'ailleurs, l'occasion d'indiquer ici-même vers quelles formules nouvelles s'orientait la construction des bâtiments de ligne (cuirassés et croiseurs de bataille) (2) et des croiseurs (3). Mais le chapitre des torpilleurs n'est pas moins captivant. La fonction essentielle de ces bâtiments de faible tonnage est, évidemment, de lancer des torpilles. Or, l'évolution de ces engins mécaniques et destructeurs n'a pas suivi celle du navire de combat. En particulier, leur vitesse est aujourd'hui à peu près la même que celle de ces navires, alors qu'elle était le double il y a seulement trente ans. Dès lors, leurs possibilités d'utilisation en ont donc été complètement modifiées. Notre éminent collaborateur, qui est l'un des chefs du groupe le plus important des torpilleurs de notre flotte nationale, expose ici les conceptions toutes modernes relatives au rôle dévolu à ces bâtiments de guerre dans la bataille navale de demain.

Le torpilleur est, par définition, un bâtiment de surface destiné à lancer sur un ennemi l'arme sous-marine appelée torpille. Il est, en principe, caractérisé par une grande vitesse et une silhouette réduite, sa mobilité et son invisibilité relative devant suppléer à son absence totale de protection.

Il porte, en outre, une artillerie de moyen calibre, des armes contre les ennemis aériens, des bombes contre les ennemis sous-marins, enfin des engins fumigènes.

Mais son arme principale est la torpille, dont les autres ne sont que des auxiliaires.

Les succès remportés, pendant la guerre de Sécession (1861-1865), par les premières torpilles portées par des vedettes à demi submersibles au contact de l'ennemi, montrent, à cause des risques énormes courus par ces petits bâtiments, la nécessité de leur permettre de lancer de loin un engin automobile sous-marin.

La première torpille et le premier torpilleur

En 1868, Whitehead présente sa première torpille automobile marchant 5 à 6 nœuds en surface sur 200 mètres, et, quelques années plus tard, Thornycroft réalise, pour utiliser cette arme nouvelle, d'abord une vedette de 4 tonnes, puis, en 1873, pour la Norvège, le premier torpilleur, le *Raps*, de 16 tonnes et 19 nœuds. C'est le précurseur des torpilleurs modernes que nous allons voir évoluer à la recherche de leurs trois qualités essentielles : vitesse, tenue de mer, invisibilité (au moins jusqu'au jour où cette dernière sera, sinon perdue de vue, du moins sacrifiée à des exigences nouvelles).

Les torpilleurs de défense mobile

C'est la marine française qui se lance la première dans la recherche du meilleur type de torpilleur. Les huit premiers, construits de 1874 à 1878, ont un tonnage de 15 à 32 tonnes. Ils se révèlent si peu marins que,

(1) Voir à la page 3 2.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 191, page 382.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 190, page 293.

dès 1878, on se tient exclusivement au type de 32 tonnes, porté à 46 tonnes en 1880 (n° 60), puis à 50 tonnes en 1884 (torpilleurs type *Balny*, de 41 mètres, construits par Normand).

Une vive polémique s'engage alors entre les partisans du torpilleur de 50 tonnes et ceux du torpilleur de 33 tonnes, qui estiment le premier trop gros, trop visible et, partant, trop vulnérable, polémique qui se termine par la victoire des derniers et la mise en chantier de cinquante et un torpilleurs de 35 mètres, 33 à 35 tonnes, marchant 20 nœuds (1886).

C'est l'époque de l'enthousiasme pour la « poussière navale ». « Le torpilleur, écrit Charmes, est devenu indépendant, autonome, libre de ses mouvements. Le voilà lancé à la surface des flots où il n'a plus besoin de personne pour le soutenir et le protéger. »

La mer devait, hélas ! se charger de lui donner un cruel démenti. Le 1^{er} mars 1889, au large de l'île des Embiez et par mer maniable, le *102* se retourne la quille en l'air. Quelques semaines après, le 21 mars 1889, le *110* disparaît près de Barfleury.

Deux nouveaux types sont alors mis en chantier : le type *126*, de 36 mètres et 79 tonnes (1888), et le type *130*, de 34 mètres et 53 tonnes, et dont le déplacement est ensuite porté à 85 tonnes.

Tous ces bâtiments étaient des torpilleurs, dits de défense mobile, destinés à opérer seulement au voisinage des côtes. La torpille ne porte toujours qu'à 4 à 600 mètres ; la qualité essentielle demeure l'invisibilité.

Les torpilleurs de haute mer

En 1887, apparaît la nécessité d'avoir des torpilleurs capables de suivre les escadres et nous voyons sortir des ateliers et chantiers de la Loire le premier torpilleur dit de haute mer, l'*Ouragan*, de 120 tonnes, suivi de quatre du même type (*Alarme*, *Aventurier*, *Défi*, *Téméraire*), puis d'une série de similaires marchant de 20 à 27 nœuds, série qui se termine, en 1895, par le *Forban* (Normand) battant, avec 31 nœuds, le record de vitesse de tous les torpilleurs du monde.

Viennent ensuite, de 1901 à 1906, les der-

niers torpilleurs numérotés (type *300*) de 40 mètres, 100 tonnes et 20 nœuds.

Les destroyers

L'évolution est sensiblement la même à l'étranger. En 1893, apparaissent les premiers destroyers de la marine anglaise. Ce sont, à proprement parler, des contre-torpilleurs destinés à détruire les torpilleurs. Ils ont de 220 à 280 tonnes et marchent de 27 à 30 nœuds.

La France entre dans cette voie et met en chantier, de 1906 à 1909, cinquante-quatre destroyers (série des armes, type *Arbalète*), de 300 à 310 tonnes, marchant à une vitesse de 27 à 30 nœuds.

Les destroyers ne tardent pas à déclasser les torpilleurs et à se substituer à eux. Ils deviennent les véritables torpilleurs et nous allons assister, pour eux comme pour les cuirassés, comme pour les croiseurs, à une véritable course au tonnage, au détriment d'une des qualités essentielles du torpilleur : l'invisibilité.

Des 300 tonnes du type précédent, on passe successivement à 450 tonnes sur les *Spahi* (1909), 28 à 30 nœuds, puis à 800 tonnes sur le type *Bouclier* (1911-1914), vitesse 33 nœuds.

La silhouette s'est considérablement accrue mais

cet accroissement est, en partie, justifié par les progrès que vient de réaliser la torpille dont la portée monte à 2.000 mètres en 1904, puis à 6.000 mètres en 1911.

Un fait nouveau apparaît, en effet, avec cette portée : le lancement de jour à grande portée devient possible. Les destroyers pourront donc être utilisés dans le combat d'escadre de jour. C'est cette considération qui va désormais dominer l'évolution du torpilleur.

Les contre-torpilleurs type *Bouclier*, auxquels s'ajoutent les types dits japonais (*Algérien*, de 685 tonnes et 29 nœuds) et *Aventurier* (ex-argentins), de 1.300 tonnes et 22 nœuds, supporteront chez nous tout le poids de la guerre.

Les grands destroyers anglais, en service au début de la guerre, sont de la classe *L* de 965 tonnes. Un contre-torpilleur de la classe *Tribal*, de 970 tonnes, avait déjà réalisé 40 nœuds en 1909.

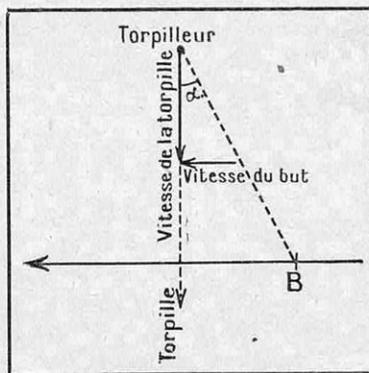


FIG. 1. — QU'EST-CE QUE L'ANGLE DE VISÉE ?

Pour atteindre un but B se déplaçant à une certaine vitesse, la torpille doit être lancée en avant du but d'un certain angle α : c'est l'angle de visée.

Les leçons de la guerre

Bien qu'un nombre considérable de torpilles ait été lancées sans succès à la bataille du Jutland, ce combat n'en démontra pas moins la possibilité de faire réaliser par les torpilleurs des attaques de vive force dans le combat de jour, en vue d'obtenir le dérochement de la ligne ennemie et, par suite, le décrochage.

Aucun amiral ne consentit au Jutland à exposer ses forces à une attaque en masse des torpilleurs, ni Hipper, ni Evan Thomas, ni Beatty, ni Jellicoe.

Les torpilleurs apparaissent donc comme un moyen puissant d'obtenir un résultat tactique important, point de départ de leur évolution d'après-guerre.

L'après-guerre

Immédiatement après la guerre, nous assistons à des progrès considérables de l'arme torpille, dont la portée passe à 18.000 mètres en 1923 (28 nœuds et 30 nœuds).

Ces portées augmentent les possibilités d'action tactique des torpilleurs, mais il faudra des vitesses encore plus grandes

pour chasser des positions initiales plus éloignées sur l'avant des grands bâtiments dont la vitesse augmente aussi rapidement.

Les progrès de la chauffe au mazout, d'une part, des turbines à engrenages, d'autre part, permettent des accroissements considérables de puissance.

Bien que les portées des torpilles soient très grandes, celle de l'artillerie de défense est plus grande encore. Les torpilleurs auront donc un temps assez grand à rester sous le feu. D'où nécessité de grande vitesse, d'où augmentation de tonnage.

La course au tonnage commence !

Les accords internationaux

Heureusement, les accords internationaux viennent y mettre un terme. Le tonnage des torpilleurs, dits destroyers, est limité à 1.850 tonnes, et le calibre de leur artillerie

à 130 $\frac{m}{m}$ (sauf pour l'Allemagne, qui, de par le traité de Versailles, n'a pas le droit de dépasser 800 tonnes).

Le type de torpilleur moderne

Tous les torpilleurs construits depuis la guerre dérivent du type V anglais.

Le type moyen de ces navires est un torpilleur de 1.400 tonnes, armé de quatre canons de 120 ou 130 et de six tubes lance-torpilles pouvant lancer d'un seul bord (certains anglais en ont huit, certains japonais, neuf) et d'une vitesse de 33 à 37 nœuds.

Nous voilà bien loin des premiers torpilleurs de 30 tonnes!

Il n'est pas opportun de discuter ici des caractéristiques de ces bâtiments. Le moins qu'on puisse en dire est que l'invisibilité a été totalement sacrifiée, les silhouettes étant très peu propices aux attaques de nuit. Certaines nations l'ont tellement senti qu'elles ont créé des vedettes très rapides lance-torpilles (M. A. S., italien ; C. M. B., anglais), bâtiments très peu marins et ne pouvant opérer qu'au voisinage immédiat des côtes.

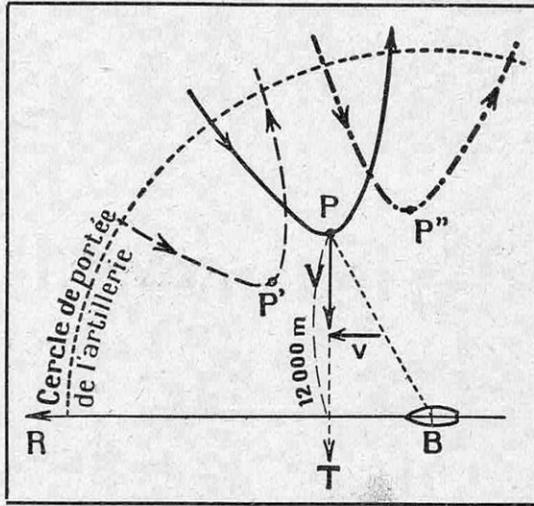


FIG. 2. — COMMENT ON MÈNE UNE ATTAQUE DE JOUR A LA TORPILLE

Si l'on veut lancer à 12.000 mètres, sur un but B marchant à la vitesse V, il existe un point P optimum de lancement, tel que la trajectoire PT des torpilles soit perpendiculaire au but.

La torpille a-t-elle suivi le torpilleur ?

Telle est, *grosso modo*, l'évolution du torpilleur depuis sa naissance jusqu'à nos jours.

Si on la rapproche de celle de la torpille, on peut constater que ces deux évolutions ne sont pas parallèles du tout. La torpille ne suit pas le torpilleur. Condamnée par l'immersion de son maître couple (comme le sous-marin), sa vitesse ne s'accroît que très lentement, alors que celle des bâtiments de surface, contre lesquels elle doit être utilisée, fait des bonds prodigieux.

On peut dire pratiquement que, vers 1900, les torpilles marchaient à peu près deux fois plus vite que leurs objectifs et, qu'actuellement, les vitesses sont sensiblement égales. Toutefois, les portées de la torpille ont augmenté considérablement, passant de 2.000 à 18.000 mètres.

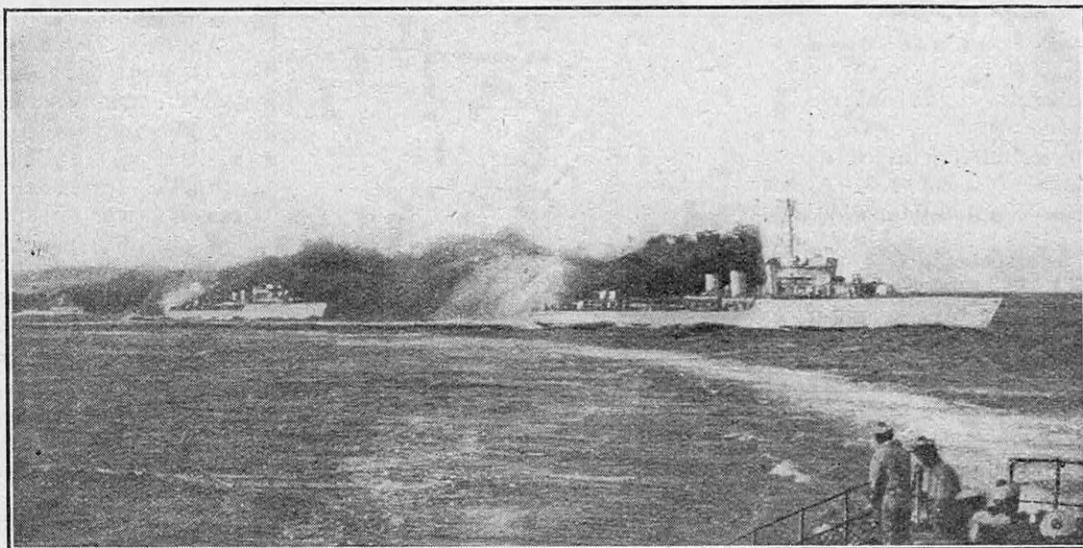
Mais, comme, pour atteindre un but *B*, la torpille doit être lancée vers l'avant d'un angle *L* (angle de visée) dépendant des vitesses respectives du but et de la torpille, il est clair que plus cet angle augmente par suite de l'accroissement de la vitesse du but, plus le torpilleur devra se trouver sur l'avant de ce dernier pour être dans de bonnes conditions de lancement.

Son secteur d'attaque, et par suite ses chances de réussite, ont donc considérablement diminué.

Serait-ce là la raison pour laquelle le tor-

Le Japon, après avoir adopté, jusqu'en 1923, deux classes de torpilleurs (1^{re} classe, de 1.200 à 1.700 tonnes armés de cinq canons de 127 et de neuf tubes ; 2^e classe, de 700 à 800 tonnes armés de trois canons de 120 et de quatre tubes), s'en est tenu au programme de 1931 à douze torpilleurs de 1.450 tonnes.

L'Allemagne était bridée par le traité de Versailles à douze torpilleurs de 800 tonnes et à douze de 200 tonnes. Les douze premiers (type *Iltis*, armés de trois canons de 105 et de six tubes) sont déjà en service.



(Photo Marius Bar, Toulon.)

FIG. 3. — VOICI UNE ESCADRILLE DE TORPILLEURS TENDANT UN RIDEAU DE FUMÉE POUR SE RENDRE INVISIBLE ET SE DÉFILER A LA VUE DE L'ENNEMI

pilleur tend à disparaître, du moins chez nous, puisque seul le *Hardi* figure actuellement au programme naval, sans que ses caractéristiques soient encore définies ?

Cherche-t-on une nouvelle école ? Jetons un rapide coup d'œil sur ce qui se passe à l'étranger.

Les torpilleurs modernes à l'étranger

L'Angleterre semble s'en tenir aux torpilleurs de 1.375 tonnes (auxquels nous renonçons), armés de quatre canons de 120 et de huit tubes lance-torpilles. Seize de ces bâtiments ont été prévus aux programmes 1931-32-33.

Les *Etats-Unis* n'ont construit aucun torpilleur depuis 1920. Toutefois, un programme présenté en 1932 (mais ajourné) prévoyait soixante-deux torpilleurs de 1.500 tonnes et treize de 1.850 tonnes. Ils ne renoncent donc pas non plus aux torpilleurs de gros tonnage.

L'Italie a construit des torpilleurs de 1.000 à 1.220 tonnes, armés de quatre canons de 120 et de six tubes lance-torpilles. Toutefois, elle a prévu, dans son programme 1931-32, deux torpilleurs de 650 tonnes, commandés à Naples. Une réaction semble donc s'amorcer chez nos voisins contre le gros torpilleur.

En résumé, la France arrête la construction des gros torpilleurs d'escadre. L'Angleterre, les *Etats-Unis* et le Japon persistent.

Seules, l'Allemagne — par force — et l'Italie — à titre d'essai — s'orientent dans la voie de construction de torpilleurs de 600 à 800 tonnes.

Où est la vérité ?

Cherchons à nous éclairer par quelques considérations élémentaires sur la tactique des torpilleurs.

Les torpilleurs sont groupés en « divisions » de trois ou quatre bâtiments, la division étant, en principe, l'élément d'attaque

normal (chef : capitaine de frégate).

Deux divisions constituent « une escadrille » (chef : capitaine de vaisseau). Enfin, la réunion de plusieurs escadrilles forme « une flottille », commandée par un contre-amiral.

Attaque de jour à la torpille

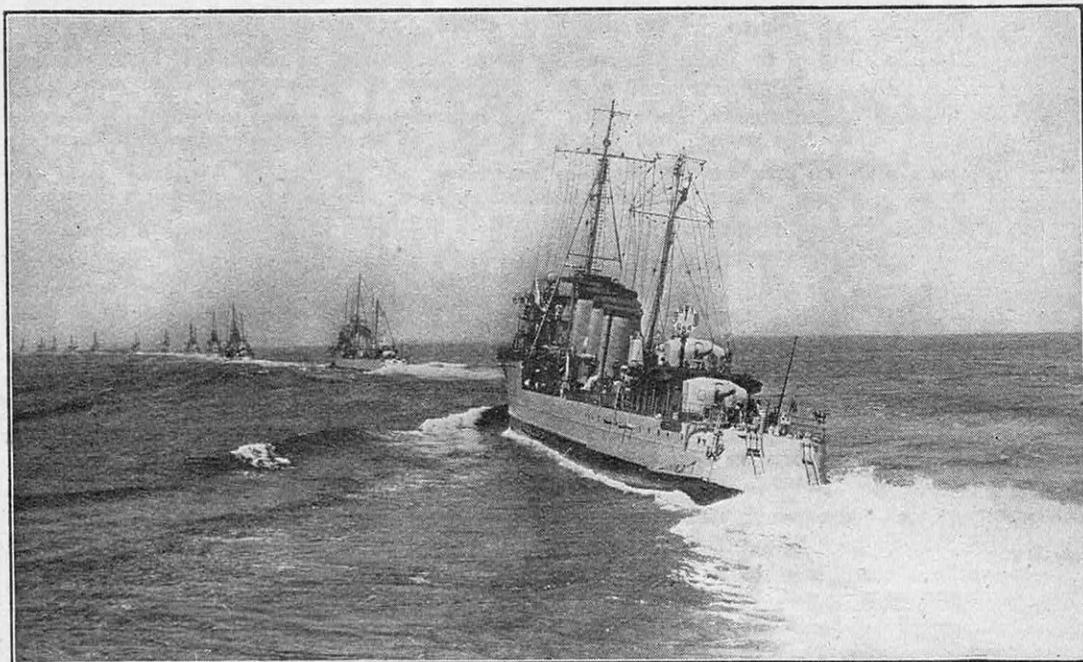
Soit un but B , suivant une route R à une vitesse v . Si on veut lancer à 12.000 mètres des torpilles marchant à vitesse V , il existe un point P optimum de lancement tel que

une très grande vitesse, ensuite une silhouette aussi réduite que possible, pour ne pas être démoli à coup sûr par l'artillerie ennemie avant le lancement.

Attaque de nuit à la torpille

L'élément d'attaque est encore la division. Toutefois, l'attaque peut être envisagée par torpilleurs isolés.

Le lancement se fera toujours à petite distance, de l'ordre de 1.000 à 1.500 mètres. Et le torpilleur *devra arriver à cette distance*



(Photo Marius Bar, Toulon.)

FIG. 4. — LIGNE DE FILE D'UNE FLOTTILLE DE TORPILLEURS

la trajectoire PT des torpilles soit normale au but, réalisant l'impact de 90° .

Les torpilleurs devront donc s'efforcer de lancer de ce point. Mais ils n'y arriveront pas sans risques, car la portée de l'artillerie ennemie, représentée par le cercle pointillé, est très supérieure à BP (près du double). Les torpilleurs devront donc entrer dans le cercle, faire route sur le point P sous le feu, lancer, puis en sortir également sous le feu, en se dérochant derrière un nuage de fumée, toute la manœuvre devant être effectuée *dans le temps minimum*.

L'attaque sera menée par divisions, plusieurs divisions pouvant, soit se suivre par vagues, soit attaquer simultanément en des points différents $P'P''$, pour parer aux dérobements de l'ennemi. Nous voyons immédiatement que cette manœuvre exige d'abord

sans avoir été vu. Ayant découvert l'ennemi, il s'en approchera à petite vitesse pour ne pas être décelé par son sillage. Il s'efforcera de se placer du bord où la clarté lui est le plus favorable. En particulier, il mettra toujours l'ennemi entre la lune et lui. Il se méfiera du vent qui, portant l'odeur du mazout, pourrait révéler son approche.

Puis, le moment venu, il foncera à toute vitesse, lancera et se dérobera.

Mais si le torpilleur est aperçu, la ligne ennemie s'éclaire. Un, deux... six projecteurs se braquent sur lui et l'artillerie ouvre le feu ! Ceux qui ont fait de l'automobile la nuit peuvent se rendre compte des difficultés avec lesquelles se trouve en prise, à ce moment, le commandant du torpilleur poursuivant son attaque, aveuglé, à peu près au petit bonheur, et voué vraisemblablement à

la destruction ! Qui pourra nier que, dans ce cas, la qualité primordiale du torpilleur est l'*invisibilité* !

Quel devrait être le torpilleur futur ?

Les qualités essentielles du torpilleur (arme de surprise) sont donc : la vitesse et l'*invisibilité* (c'est-à-dire la silhouette minima). Nos torpilleurs actuels pèchent par défaut de vitesse et excès de visibilité. Une attaque de nuit ne peut être menée à bien que si l'ennemi ne découvre pas le torpilleur avant le lancement, ce qui exige des formes très basses. La silhouette peut évidemment être réduite, mais au détriment de deux qualités : l'habitabilité et la tenue à la mer.

En sacrifiant l'habitabilité, on peut augmenter la vitesse et réduire la silhouette. Les torpilleurs n'ont pas besoin, en effet, d'être des bateaux confortables. Véritables pur sang, ils ne devraient sortir de l'écurie que pour des raids offensifs de courte durée (48 heures au maximum). L'équipage étant logé à terre le reste du temps peut se contenter d'installations très rudimentaires à bord, au bénéfice du développement des appareils moteurs et évaporatoires. Une vitesse dépassant 40 nœuds pourrait être ainsi facilement atteinte. Mais, pour tenir cette vitesse dans une mer un peu dure, il faut des formes très défendues à l'avant, une plage et des passerelles surélevées, incompatibles avec une silhouette réduite.

Le problème est-il soluble ? Pour notre part, nous le croyons avec des tonnages de l'ordre de 800 tonnes. Il appartient à nos ingénieurs de trancher la question.

Quoi qu'il en soit, étant donné l'état actuel

de la torpille, carencée par sa vitesse, cette arme ne peut opérer efficacement que dans deux cas :

1° *Transportée discrètement à petite distance (sous-marin)*. — Mais le sous-marin lui-même se déplace lentement en surface (17 nœuds devant les 35 à 40 nœuds des bâtiments de surface modernes). En plongée, il est, comme dit l'amiral Castex, « le char à bœufs en face du mouvement automobile moderne ». C'est le chasseur à l'affût, et rien d'autre. Ce n'est pas sur lui que l'on peut compter pour dépister le gibier, le gagner de vitesse et se placer en bonne position de tir ;

2° *Transportée très rapidement à petite distance*. — C'était, peut-on dire, le rôle du torpilleur. Mais étant donné ses dimensions actuelles, seuls le temps bouché, la brume, les rideaux de fumée ou la nuit peuvent, sous réserves, lui permettre d'arriver sans être détruit à bonne portée de lancement. Par ailleurs, de jour, il n'est plus qu'un outil d'intimidation qui fit d'ailleurs miracle à la bataille du Jutland. Mais les mêmes miracles ne se renouvellent jamais, car l'accoutumance détruit le miracle !

La torpille serait-elle donc condamnée comme arme de jour ?

Nullement, car, en dehors de la profondeur de la mer et de sa surface, il reste une ressource : l'air ! L'avion-torpilleur, voilà l'arme qui pourra transporter la torpille très rapidement et à petite distance.

La Science et la Vie aura d'ailleurs prochainement l'occasion de revenir sur cette question, toute d'actualité, qui attire à juste titre l'attention des grandes marines du monde.

A. LABOUREUR.

Les grandes nations maritimes intensifient actuellement leur programme de constructions navales, ainsi qu'en témoigne notamment le récent discours du Lord de l'Amirauté britannique. L'Angleterre vient, en effet, de faire adopter par son Parlement, à la quasi-unanimité, le budget de 1934-1935, qui s'élève, pour la marine de guerre, à près de 4 milliards et demi de francs, en augmentation de 230 millions sur l'exercice précédent ! Mais n'insistons pas aujourd'hui sur les conséquences de cette course aux armements dans les limites de la Convention navale de Londres, qui expire le 31 décembre 1936. Nous nous proposons, en effet, de comparer prochainement ici, du point de vue technique, les différents programmes navals des grandes nations militaires du globe : Angleterre, Etats-Unis, Japon, France, Italie, Allemagne. Si de telles dépenses grèvent lourdement les budgets nationaux, elles ont au moins, comme conséquence pacifique et féconde, de donner une activité soutenue aux nombreuses industries qui alimentent la construction navale. La main-d'œuvre qualifiée, les techniciens spécialisés y trouvent ainsi leur compte, surtout pendant cette période de ralentissement économique universel. D'autre part, les ingénieurs de la marine de tous les pays s'efforcent d'appliquer aux nouvelles unités toutes les conceptions et réalisations neuves de la science appliquée. C'est là une source inépuisable de progrès et de perfectionnements techniques pouvant enrichir les différentes branches de la production industrielle. Ce point de vue n'est pas à dédaigner, puisque les dépenses « improductives » de la Défense nationale, ainsi engagées — souvent à regret — pour assurer la sécurité, ont au moins comme compensation de fournir un labeur productif au personnel des différents ateliers, à tous les degrés de la hiérarchie du travail. C'est dans cet ordre d'idées que La Science et la Vie consacre de nombreuses études sérieusement documentées à tout ce qui touche la marine : marine militaire, marine marchande.

POURQUOI LA TÉLÉVISION N'EST-ELLE PAS ENCORE PRATIQUEMENT RÉALISÉE ?

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

C'est un fait. Malgré de multiples tentatives effectuées depuis de nombreuses années déjà, et en dépit des progrès très réels accomplis au laboratoire, la télévision n'est pas encore entrée véritablement dans le domaine pratique. Cela tient à ce que certains problèmes d'ordre physique et mécanique essentiels n'ont pas encore été résolus d'une manière satisfaisante, en particulier en ce qui concerne la transmission et la reproduction des images à la station réceptrice. La transmission exige, en effet, l'élimination — beaucoup plus poussée qu'en radiophonie — des « parasites » qui se superposent aux ondes électriques et, d'autre part, on n'a pas encore trouvé, pour la reproduction, de lampes assez puissantes pour fournir des images suffisamment claires, lisibles et lumineuses. Toutefois, de nouvelles et sensationnelles expériences viennent d'être effectuées en Amérique, par le physicien Zworykin, qui semblent bien démontrer que la télévision appartiendra bientôt au domaine pratique. Ainsi sera réalisé, dans l'ordre de la vision, ce que la radiophonie a réalisé dans l'ordre de l'audition. Ce dernier problème était plus facile à résoudre, car, du point de vue physiologique, le sens auditif est infiniment moins exigeant que le sens visuel. Ce n'est là, du reste, que l'un des aspects de ce problème si complexe et si délicat qu'il a fallu traiter pour obtenir pratiquement la vision à distance dans des conditions acceptables.

DEPUIS dix-huit ans, *La Science et la Vie* a suivi pas à pas les progrès de ce passionnant problème; tous les systèmes imaginés en France, en Allemagne, en Angleterre, aux Etats-Unis, ont été successivement décrits, et le public a nécessairement partagé l'enthousiasme et les espérances des inventeurs. Aujourd'hui, il s'étonne de ne pas voir « sortir », c'est-à-dire entrer dans le grand domaine des applications courantes, une invention qu'il pouvait croire achevée. Peut-être n'est-il pas inutile de mettre en évidence, à son intention, les difficultés qui retardent cette mise en train; les comprenant mieux, il admirera davantage les efforts tentés pour les surmonter.

Les étapes de la télévision

Commençons, pour mettre de l'ordre dans cet exposé, par indiquer que la réalisation de la vision à distance suppose la solution successive d'un certain nombre de problèmes, dont les difficultés vont en croissant.

Le premier est, de beaucoup, le plus simple, parce qu'il fait abstraction du temps: il s'agit de reproduire à distance un dessin, un texte ou une photographie en noir sur blanc. Ce n'est pas d'aujourd'hui qu'il a été résolu; en 1855, le *pantélégraphe* Caselli lui

avait donné, par des moyens purement mécaniques, une solution acceptable, et des documents écrits furent ainsi transmis, par fil télégraphique, entre Paris et Lyon. Bien entendu, les progrès de la science ont permis, depuis lors, d'apporter à ce problème des solutions plus rapides et très parfaites; tous les lecteurs de cette revue connaissent le *bélinographe*, qui est utilisé couramment, soit pour transmettre des documents autographes, soit pour communiquer sans retard aux journaux les photographies qui complètent et illustrent, plus ou moins artistiquement, le texte imprimé. Ainsi, la *téléphotographie*, première étape de la télévision, est aujourd'hui parfaitement réalisée.

Supposons maintenant, pour sérier les difficultés, qu'on ait à transmettre les photographies successives d'un film cinématographique; le problème reste le même, en principe, mais avec cette complication aggravante, que la transmission doit être faite et achevée pendant le temps où l'image reste immobile, c'est-à-dire environ un seizième de seconde; et la solution de ce problème forme le deuxième étage de la télévision.

Plus compliqué encore apparaît le cas où on veut transmettre un panorama mouvant, et non plus son image saccadée; c'est là, évi-

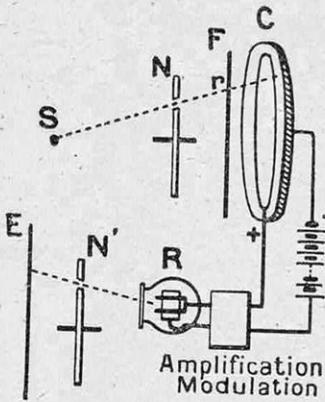


FIG. 1. — PRINCIPE DES APPAREILS DE TÉLÉVISION

L'image à reproduire *F* est balayée par le faisceau lumineux issu de *S*, grâce à un appareil *N* (roue de Nipkow ou autre). Le pinceau lumineux agit ensuite sur la cellule *C*. Les modulations

de courant obtenues agissent sur une source lumineuse *R* « modulable ». Un appareil distributeur *N'* projette le faisceau issu de *R* sur un écran *E*, qui reproduit alors l'image *F*.

demment, qu'il faudra en venir. Remarquons, cependant, que le cas peut être ramené au précédent grâce à un artifice, d'ailleurs peu recommandable et qui n'est qu'un pis-aller ; les systèmes de télévision « à film intermédiaire » comprennent d'abord un appareil de prise de vues, avec un dispositif rapide de développement, fixation et lavage, à la suite duquel ce film est lui-même « télévisé », suivant un des systèmes connus.

Enfin, le jour où la technique aura surmonté ce nouvel obstacle, on lui demandera sans doute de nous donner des images en couleur et en relief, c'est-à-dire une reproduction aussi parfaite que possible de la nature et de la vie ; mais laissons ces problèmes en réserve pour un lointain et incertain avenir.

Plusieurs techniques, une seule méthode

Tous les systèmes, le français Barthélemy, l'anglais Baird, l'américain Zworykin, et les autres, reposent sur une même méthode, qui est celle du *balayage*, et c'est pour cela qu'elles souffrent toutes des mêmes difficultés. Elles transmettent l'image point par point, comme nous faisons nous-mêmes quand nous copions un dessin ou une page d'écriture, comme procède la téléphotographie depuis Caselli jusqu'à Emile Belin. Certes, il n'est pas défendu de rêver d'une grande découverte qui reproduirait l'image d'un seul coup et dans son ensemble, comme fait l'appareil photographique, ou comme l'œil lui-même donne l'image rétinienne ; aucun moyen connu ne nous permet aujourd'hui de réaliser cette solution idéale ; il faut donc s'en tenir aux procédés d'exploration méthodique, dont on peut représenter

comme suit le principe, en se reportant au schéma de la figure 1.

Le film, ou l'image mouvante à reproduire *F*, est balayé par un pinceau lumineux très étroit qui éclaire successivement ses diverses parties ; quel que soit le procédé employé (disque troué de Nipkow, tambour de Weiller, rayons cathodiques infléchis par un champ électrique variable, etc.), la tache *r*, produite par le pinceau, explore le champ de l'image à transmettre, la décomposant en bandes parallèles, parcourues alternativement en sens contraires, et dont la largeur est égale au diamètre de la tache ; le pinceau subit alors, en traversant les parties transparentes ou sombres de *F*, des variations d'intensité qui sont traduites instantanément en courant électrique par l'action d'une cellule photoélectrique *C*, placée en arrière de *F* ; ainsi, aux parties transparentes du film correspondent les valeurs maxima du courant, aux parties obscures, une suppression totale de ce courant, les grisés produisant un effet intermédiaire.

Pendant le temps très bref qu'a duré cette exploration, la cellule a donc transposé sous forme électrique les valeurs optiques de l'image initiale *F* ; elle les a aussi transposées de l'espace dans le temps, puisque aux variations des plages contiguës correspondent les inégalités successives du courant.

C'est donc ce courant variable (d'ailleurs convenablement amplifié) qui est envoyé sur le fil de ligne, à moins qu'il ne soit transporté sur les ailes immatérielles de la radio. Tel il était au départ, tel il doit se retrouver à l'arrivée ; il s'agit maintenant, au poste récepteur, de réaliser la transformation inverse. L'appareil qui va permettre cette transformation est une source lumineuse *R* « modulable » par le courant variable, c'est-à-dire capable de reproduire, par l'intensité de sa lumière, les variations du courant excitateur. Il existe plusieurs moyens de réaliser cette transformation, que je n'examinerai pas pour l'instant ; mais ces variations d'in-

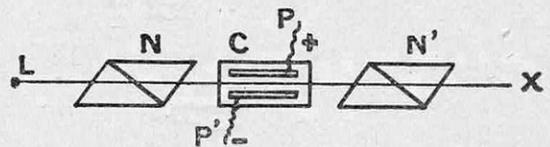


FIG. 2. — LE PHÉNOMÈNE DE KERR

La lumière issue de *L*, traversant deux « nicols » (voir l'article) *N* et *N'* et une cuve de nitrobenzène *C* placée entre deux plaques *P P'*, sera arrêtée du côté de *X*, tant que *P* et *P'* seront au même potentiel, mais passera quand s'exercera une différence de potentiel entre ces deux plaques.

tensité lumineuse ne suffisent pas ; il faut maintenant répartir cette lumière variable sur l'écran récepteur, comme elle était disposée sur le plan d'émission ; ce résultat peut être obtenu par un système distributeur *N'*, qui, concentrant la lumière modulée de *R* en un pinceau délié, balaie avec le pinceau l'écran récepteur *E*. Comme il ne s'agit pas, dans le cas pratique, d'impressionner une plaque sensible, mais d'agir sur l'œil, la propriété physiologique qui entre alors en jeu est la persistance des impressions lumineuses sur la rétine ; cette impression dure, on le sait, d'un dixième à un quinzième de seconde ; si donc l'opération a duré moins que ce temps de persistance, l'œil unira, dans une même impression, toutes les images ponctuelles qu'il a reçues successivement ; il verra donc, reproduite en *E*, l'image dessinée en *F*.

On notera que la réception peut se faire, comme l'émission, en substituant à la lumière un pinceau cathodique modulé et régénérant la lumière par son action sur un écran fluorescent ; avec des modalités différentes, le principe reste le même, comme aussi les difficultés essentielles.

Ce qui manque surtout, c'est la lumière

Cet exposé sommaire va nous permettre de comprendre quels obstacles vont s'opposer à la réalisation pratique de la télévision.

L'image définitive, telle qu'elle apparaît sur l'écran récepteur, est semblable à une tapisserie ou à la trame d'une impression typographique, c'est-à-dire qu'elle est formée de points juxtaposés ; pour que ces points se fondent en une vue d'ensemble où les détails soient visibles, il faut qu'ils soient assez délié, et, par suite, assez nombreux ; assurément, il existe une certaine latitude dans l'appréciation du « grain » acceptable ; un paysage n'exige pas une trame aussi serrée qu'une scène de genre où tout l'intérêt se porte sur les jeux de physionomie des acteurs ; toutefois en discutant le problème ainsi posé, les techniciens concluent que la représentation convenable d'un portrait de figure exige, au moins, 1.200 points d'image et qu'il en faut compter 40.000 pour une scène bien plus compliquée, comme

celles qui se déroulent au cinématographe.

Plaçons-nous dans ce dernier cas, qui correspond aux objectifs actuels de la télévision. Ces 40.000 points doivent être tracés dans le temps de persistance de l'impression lumineuse, qu'il est prudent, si on veut éviter le papillotement, d'évaluer à un quinzième de seconde ; ainsi, chaque point de l'écran récepteur sera éclairé pendant la quarante-millième partie de ce quinzième de seconde, c'est-à-dire durant *un six cent millième de seconde* seulement ! Tel est le laps, extraordinairement réduit, dont la lumière dispose pour peindre son image blanche, grise ou noire.

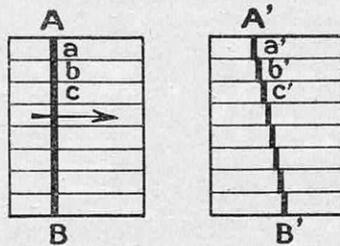


FIG. 3. — L'IMAGE « TÉLÉVISÉE » DES OBJETS EN MOUVEMENT EST DÉFORMÉE

Soit une ligne *AB* se déplaçant dans la direction des flèches, qui est aussi celle des lignes d'exploration. Les images *a'*, *b'*, *c'* des segments *a*, *b*, *c* seront décalées, comme on le voit sur le schéma de droite, au lieu d'être dans le prolongement l'une de l'autre.

Ceci montre que la source rayonnante *R* devrait posséder un éclat considérable ; condition d'autant plus nécessaire que le public a été habitué par le cinéma à une véritable prodigalité de lumière ; l'éclairage ordinaire des écrans est voisin de 100 lux, c'est-à-dire égal à celui que produit à 1 mètre une lampe de 100 bougies ; or, les projections actuellement réalisées en télévision ne dépassent pas 5 lux, c'est-à-dire qu'elles sont tout juste visibles dans une salle parfaitement obscure ; il faudrait donc, au moins, décupler l'intensité de la source éclairante pour satisfaire aux exigences du public : c'est là que se tient le nœud de la difficulté à résoudre.

Malheureusement, les seules lampes modulables qu'on connaisse jusqu'à présent sont les lampes à *luminescence*, dont la lumière est produite par un gaz excité électriquement ; nos lampes ordinaires à filament métallique obéissent bien aux changements de voltage, mais avec un retard qui interdit absolument leur emploi lorsqu'il s'agit de variations dont la durée avoisine le millionième de seconde. Pourtant, des progrès notables ont été accomplis dans les dernières années ; on cite, par exemple, la lampe au néon, à cathode creuse, de Pirani et Ewest, dont l'éclat atteint 600 bougies au centimètre carré, et qui aurait donné des images suffisamment éclairées sur un écran ayant plusieurs décimètres de côté.

Mais peut-être une solution différente prévaudra-t-elle : c'est celle qui utilise un curieux phénomène, connu d'ailleurs depuis longtemps et appelé, d'après le nom de son

inventeur, *phénomène de Kerr*. Imaginez que la lumière L (fig. 2) d'une source d'intensité fixe (par exemple, une lampe à incandescence de 500 bougies) traverse une cuve C remplie de nitrobenzine, passant entre deux lames métalliques reliées par des conducteurs $P P'$ à une différence de potentiel convenable ; le pinceau lumineux $L X$ traverse, en outre, deux *nicols* $N N'$, c'est-à-dire deux cristaux taillés de façon à ne laisser passer que les vibrations contenues dans un certain plan ; si les deux nicols sont croisés, c'est-à-dire si les plans des vibrations qu'ils admettent sont rectangulaires, la lumière admise par N sera arrêtée par N' et il y aura obscurité complète du côté $N' X$; tel est, du moins, l'effet produit tant que les lames P et P' sont au même potentiel, c'est-à-dire que le champ électrique est nul à l'intérieur de la nitrobenzine. Mais si on produit une différence de potentiel, la nitrobenzine subit aussitôt une modification qui la rend biréfringente et la lumière, en la traversant, redevient capable de passer à travers le nicol N' ; la lumière réapparaît

donc du côté $N' X$ avec une intensité qui varie avec la différence de potentiel introduite entre P et P' , c'est-à-dire avec le courant électrique modulé qui sert à produire cette différence. On voit, d'après cette explication sommaire, que le phénomène de Kerr permet d'employer, à la réception, une source lumineuse aussi puissante qu'on voudra ; malheureusement, cet avantage est compensé par de graves inconvénients, que je ne saurais examiner sans allonger exagérément cet exposé ; j'ai surtout voulu montrer dans quelles directions et par quels moyens on a tenté de parer à cette carence lumineuse, qui est aujourd'hui le grand obstacle à la réalisation parfaite de la télévision ; mais elle n'est pas le seul, et nous allons examiner maintenant plus en détail les difficultés que l'on rencontre dans la solution du problème.

Et voici d'autres difficultés

Parmi les obstacles, aujourd'hui surmontés, on peut signaler le maintien d'un rigoureux synchronisme entre le fonctionnement des deux systèmes qui règlent le balayage au départ et à l'arrivée ; la plupart des solutions mises en œuvre ont été déjà exposées dans cette revue, spécialement à propos de la téléphotographie.

En revanche, la cellule photoélectrique, organe essentiel des transmissions, est en état d'incessant progrès. D'abord au point de vue des dimensions : on en construit, aujourd'hui, dont la surface sensible atteint 4 décimètres carrés, permettant, en conséquence, d'analyser une image de pareille grandeur. Ensuite, leur sensibilité a été considérablement accrue ; les premières tentatives, utilisant des cellules emplies d'hélium et de néon, avaient bien centuplé cette sensibilité, mais la substitution des ions massifs aux électrons subtils empêchait les nouvelles cellules à gaz de transmettre sans retard des vibrations au rythme de plu-

sieurs centaines de mille par seconde, telles qu'on les utilise en télévision ; heureusement, les cellules vides de gaz « à couche monomoléculaire », qu'on construit actuellement, donnent couramment un cinquante-millième d'ampère ; c'est encore insuffisant et on est obligé, pour atteindre les intensités utilisables, d'amplifier ces courants par huit étages de lampes ; mais alors, les réactions entre ces lampes, les effets de capacité, les vibrations mécaniques transmises exercent des effets perturbateurs, contre lesquels on ne se garantit que par un blindage des lampes, des suspensions amorties et une construction extrêmement soignée.

D'autre part, la transmission du courant électrique entre les deux stations n'est pas sans soulever des problèmes délicats ; par câble, il se produit une distorsion qui, à la

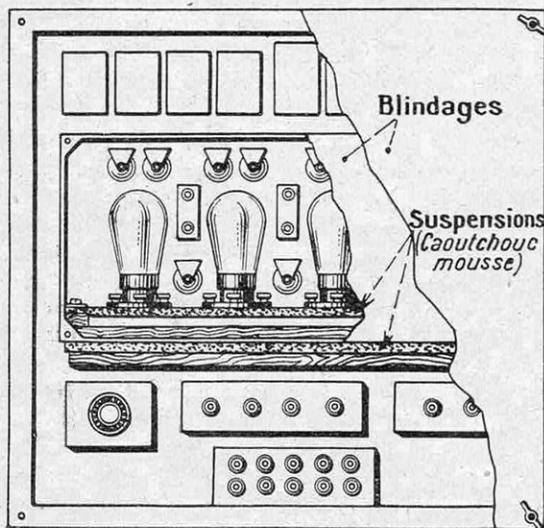


FIG. 4. — SCHEMA D'UN AMPLIFICATEUR POUR TELEVISION

On remarque la double suspension en caoutchouc mousse et le double blindage (un d'aluminium et un de plomb). On voit la complexité du dispositif pour supprimer les déformations des ondes amplifiées (distorsions, parasites, etc.).

vérité, peut être corrigée. Mais la transmission par radio s'avère encore plus difficile : il n'y a plus, actuellement, de place libre dans l'éther que parmi les ondes courtes, plus petites que 10 mètres ; or, ces ondes se prêtent mal aux transmissions à grande distance et sont sujettes à d'imprévisibles anomalies : par exemple, certaines télévisions transmises par ondes de Londres à Paris, sont parvenues *dédoublées* dans cette dernière ville, parce que les ondes transmetteuses avaient suivi un double chemin, direct d'abord à la surface du sol et de la mer, puis réfléchi dans la haute atmosphère sur le miroir de la couche d'Heaviside.

Je citerai, enfin, une difficulté inhérente

à la transmission des objets en mouvement : c'est la déformation que subissent ces objets. Considérant, par exemple, une droite AB qui se déplace dans le sens de la flèche (fig. 3), qui est aussi celui des lignes d'exploration ; lorsque le pinceau

explorateur est en a , il déclenche le mouvement du pinceau récepteur, qui marque son image en a' , sur l'écran récepteur ; mais lorsque ce même pinceau explore la seconde ligne de l'image et rencontre l'élément b , celui-ci aura cheminé avec la ligne AB dont il fait partie, et son image sera transmise en b' ; le suivant c sera transmis en c' , et ainsi de suite, de telle sorte que AB sera représenté par la droite inclinée $A'B'$; sur un cadre récepteur de 1 mètre, les images verticales allant à la vitesse d'un homme au pas seront inclinées de plus d'un degré, et la déformation sera encore plus marquée pour un cheval au galop, ou pour une automobile lancée à grande vitesse ; mais il est vrai que la vision naturelle de ces mêmes objets subit des déformations non moins grandes, que l'habitude nous a rendues familières. De même, les mouvements perpendiculaires aux lignes d'exploration se traduiront, suivant leur sens, par un allongement ou un raccourcissement de l'objet, sans compter un flou inévitable dans la transmission. Ce sont là des défauts graves auxquels il faudra nécessairement essayer de porter remède.

Où en sommes-nous en 1934 ?

Si ces obstacles freinent le progrès, ils ne l'arrêtent pas ; on ne saurait plus nettement, me semble-t-il, marquer le stade où est parvenue la télévision, qu'en donnant en exemple la transmission « visiotéléphonique » réalisée en 1933, sur 480 kilomètres, entre Paris et Lyon (1). Le système employé était celui de l'Anglais Baird. Les deux cabines communicantes étaient établies dans les magasins des Galeries Lafayette de Paris et de leur succursale lyonnaise ; on y trouvait, d'abord, un poste téléphonique ordinaire, permettant aux deux correspondants de converser à distance ; mais, en outre, ils

pouvaient voir leurs figures sur deux écrans en verre dépoli ayant 20 centimètres de haut sur 12 de large ; la transmission était assez nette pour qu'on puisse lire sur l'écran des caractères d'imprimerie ayant 1 centimètre de hauteur.

La double transmission des images se faisait en utilisant la lumière infrarouge, invisible pour

l'œil, et des cellules au césium, sensibles à cette radiation : en effet, il est indispensable, en raison de la faible luminosité des images transmises, que la cabine soit plongée dans l'obscurité et que son occupant ne soit pas ébloui par la lumière qui sert à transmettre son image au correspondant.

Ce résultat exige l'emploi simultané de quatre circuits électriques, dont un sert pour la téléphonie, deux autres pour la transmission des images dans les deux sens, le quatrième étant nécessaire pour maintenir le synchronisme rigoureux dont j'ai indiqué la nécessité.

L. HOULLEVIGUE.

N. D. L. R. — Quelques dessins joints à cet article, et que nous empruntons à la belle revue d'avant-garde La Télévision, permettront au lecteur de prendre une idée des complications qu'entraîne cette belle expérience ; ils lui montreront le chemin qui reste à parcourir avant que la télévision prenne sa place sur l'écran, à côté du film sonore.

(1) Cette belle expérience vient d'être arrêtée, en raison de l'obligation de rendre au service les quatre lignes téléphoniques qu'elle immobilisait.

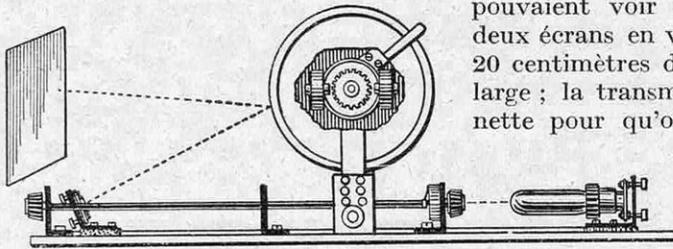


FIG. 5. — SCHEMA MONTRANT LA MARCHE DES RAYONS LUMINEUX DANS UN RECEPTEUR DE TELEVISION

La source de lumière est (à droite sur la figure) une lampe à gaz rares donnant un point lumineux très intense. Les rayons lumineux, convenablement modulés, sont réfléchis, par un petit miroir, sur une « roue à miroirs » (voir La Science et la Vie, n° 183, page 179), qui les renvoie sur l'écran dépoli.

LA FRANCE DOIT AVOIR UNE POLITIQUE DE LA CELLULOSE

Par Robert CHENEVIER

La cellulose, matière première du papier, des textiles artificiels, des poudres et explosifs, pour ne citer que ses principales applications, constitue, la base d'une « industrie-clé ». Or, à l'heure actuelle, la France est obligée d'importer de l'étranger, soit sous forme de bois (pour la fabrication du papier et de textiles artificiels), soit sous forme de coton (pour la fabrication des explosifs), la majeure partie de la cellulose qu'elle consomme ! Et, cependant, nos colonies, si elles étaient rationnellement exploitées, pourraient suffire largement à nos besoins. Là, comme dans tant d'autres domaines, faute d'une politique économique cohérente, nous restons tributaires de l'étranger. Qu'arriverait-il, en cas de conflit, si nous ne pouvions compter que sur nous-mêmes pour approvisionner nos fabrications de guerre ?

AUX peuples évolués, l'approvisionnement en cellulose pose un problème essentiel. Alors qu'au charbon, source, d'énergie, les substituts : pétrole, hydro-électricité, ne font pas défaut, à la cellulose, la nature n'offre pas de correspondant. Principe vital de la vie végétale, se renouvelant dans la mesure où les végétaux se renouvellent, elle n'est susceptible d'aucun remplacement artificiel ou synthétique. Toute la science humaine ne peut faire plus que d'assurer la permanence et le développement de son incessante création. Aller au delà lui est interdit.

Phénomène inexplicable, la cellulose n'est que rarement classée parmi les grandes matières premières nécessaires. Les statisticiens la dédaignent. S'ils la chiffrent, c'est par incidence, à l'occasion de superficie de forêts à totaliser. Calcul notoirement incomplet qui ne tient compte que d'une partie et non du tout.

Quant à l'opinion, elle ne sait pas que la cellulose, c'est le livre, le journal, l'explosif, le textile artificiel, les matières plastiques, la pellicule photographique. Elle ne réalise pas l'immense place que cette base tient dans la vie moderne. Méconnaissance justifiable au surplus : la cellulose n'est utilisée que transformée. A l'état naturel, elle n'est susceptible d'aucun emploi pratique immédiat.

Quelles sont les ressources françaises en cellulose ?

Limitée aux ressources de son seul territoire, la France apparaît comme un pays pauvre en cellulose exploitable. Sur les

52.900.000 hectares que couvre sa superficie, les bois et forêts n'occupent que 9.500.000 hectares. Et encore, dans ce total figurent les forêts domaniales et les bois communaux dont les coupes sont rares et soumises à des formalités dont les industries s'accoutument mal. A ces réserves dénombrées, il est possible d'ajouter environ 6 millions d'hectares de jachères, terres incultes, landes, ajones, etc., non exploitables dans les conditions actuelles de l'industrie du papier, principale consommatrice de cellulose, mais d'une exploitation possible si les conditions industrielles se trouvaient modifiées, éventualité que nous examinerons ultérieurement. Enfin, mentionnons les pailles que l'agriculture n'utilise pas pour ses propres besoins, et dont les disponibilités s'élèvent, par an, à environ 250.000 tonnes, dont 120.000 sont employées.

Mais ces sources de cellulose sont en quelque sorte des sources brutes, inégalement propres aux besoins, ceux-ci faisant appel aux végétaux les plus riches en cellulose pure, les plus aisément transformables, et enfin les plus susceptibles de concurrencer commercialement la cellulose étrangère.

Quelques chiffres permettent, du reste, de mesurer la déficience de la France quant à son approvisionnement en cellulose. L'industrie papetière normale a annuellement besoin de plus de 2.300.000 mètres cubes de bois. Or, les forêts françaises ne peuvent lui en fournir que 1.600.000 mètres cubes au maximum. Et l'industrie papetière n'est qu'une des industries consommatrices de cellulose.

En 1932, les importations en bois, presque

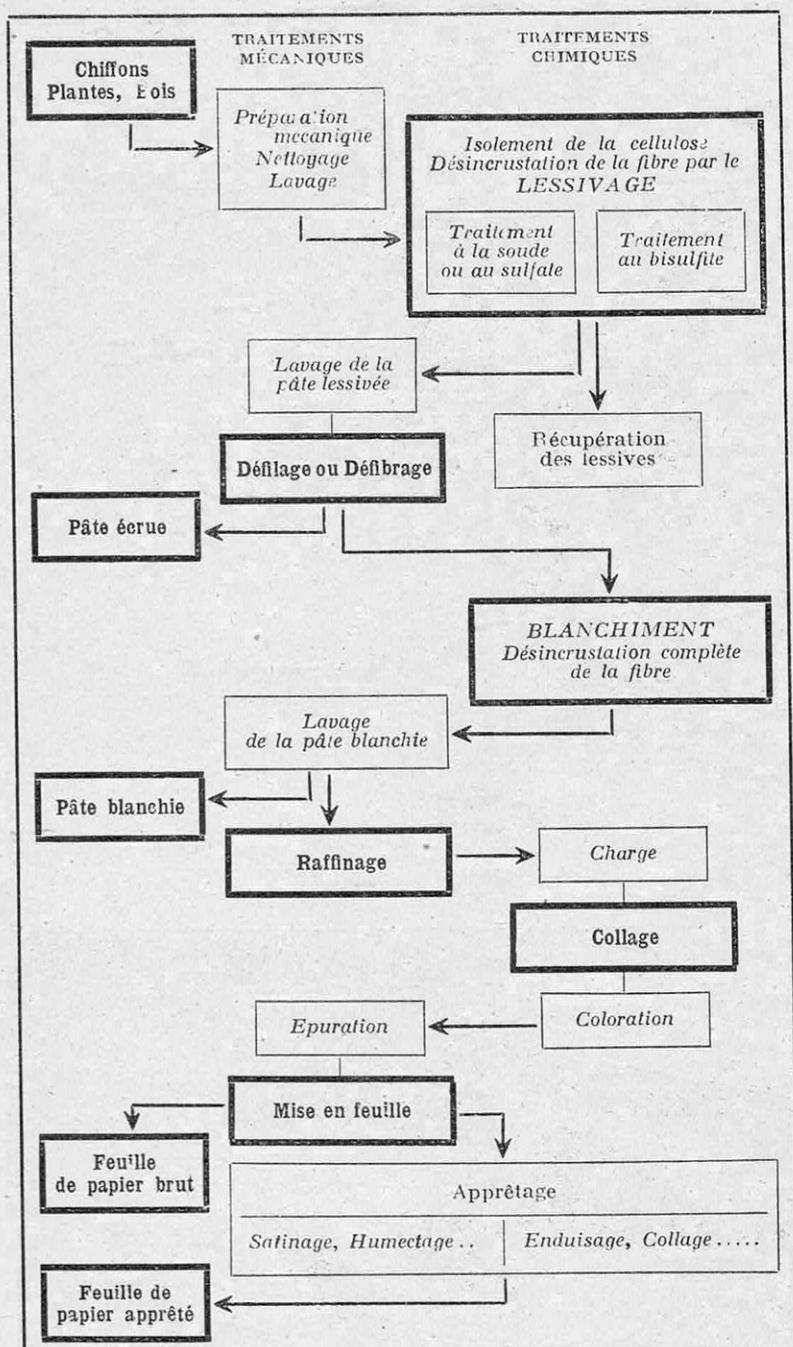


FIG. 1. — SCHÉMA DES OPÉRATIONS PRINCIPALES DE LA FABRICATION DU PAPIER À PARTIR DE LA CELLULOSE

Au départ, la cellulose brute. À l'arrivée, le papier apprêté.

toutes en provenance de l'étranger, les colonies françaises ne participant guère à la fourniture, atteignaient 2.750.000 tonnes par an. Actuellement, elles se montent à près de 3 millions de tonnes. Cette stabilité dans le montant des approvisionnements

exprime le caractère permanent des besoins nationaux.

Sur ces 3 millions de tonnes, quelle est la part coloniale? Moins de 15.000 tonnes pour l'Afrique du Nord, de 60.000 tonnes pour les autres colonies. Soit un total de 75.000 tonnes. Moins du trentième du total général.

En regard de ce chiffre médiocre et décevant, chiffons la possibilité coloniale.

Les territoires des possessions françaises d'outre mer couvrent une superficie de 1.100 millions d'hectares, soit vingt fois la superficie de la France. De cette immense étendue, les seules forêts occupent 8 %, se décomposant approximativement comme suit : 5 millions d'hectares en Afrique du Nord, 11 millions d'hectares sur la Côte d'Ivoire, 20 millions d'hectares au Gabon et Moyen Congo, 8 millions d'hectares au Cameroun, 3 millions d'hectares en Guinée, 7 millions d'hectares en Guyane, 25 millions d'hectares en Indochine, 9 millions d'hectares à Madagascar, et environ 400.000 hectares répartis dans les autres colonies. Soit, un total de 90 millions d'hectares représentant deux fois la superficie de la France et neuf fois la contenance des forêts métropolitaines.

Mais ce n'est pas tout.

Le bois n'est pas l'unique source de cellulose. Parmi les autres végétaux équatoriaux, il en est existant en quantités tellement considérables et possédant de si riches teneurs en cellulose pure que leur capacité industrielle ressortit du domaine des utilisations réelles.

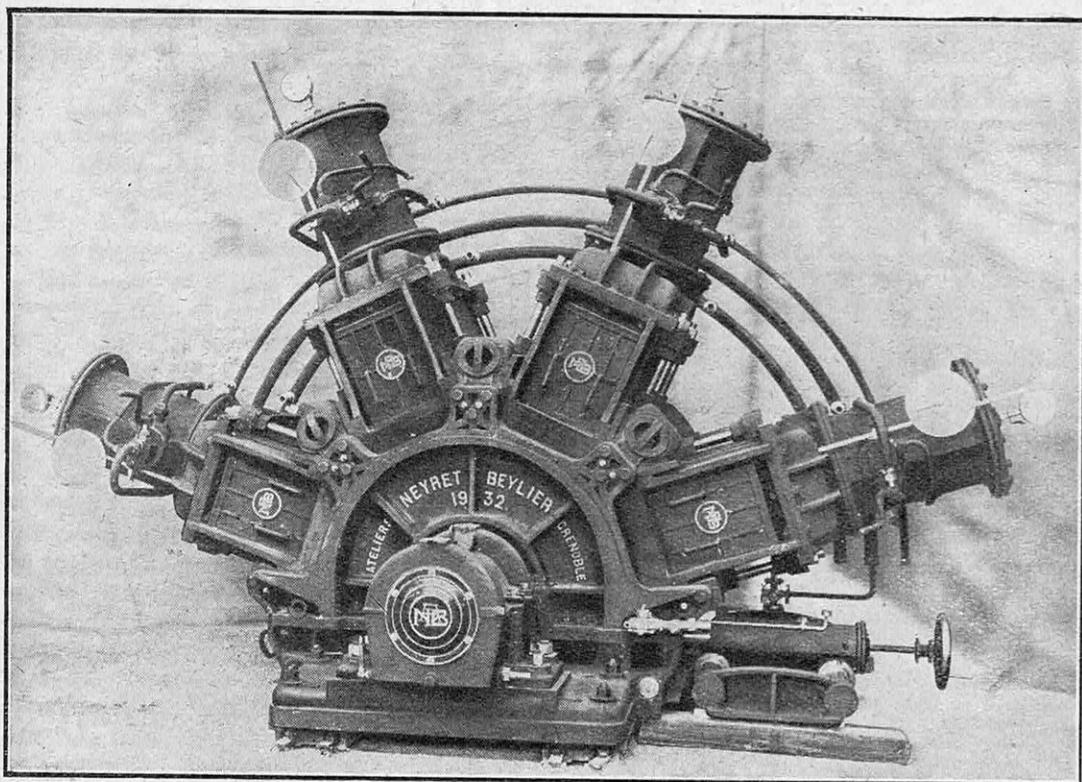


FIG. 2. - DÉFIBREUR HORIZONTAL A QUATRE PRESSES POUR LA PRÉPARATION DE LA PÂTE A PAPIER
 Le bois en billes est pressé contre une meule en granit ou en grès. Ce défibreur à quatre presses absorbe une puissance d'environ 500 ch pour une production de 6 tonnes de pâte à l'heure.

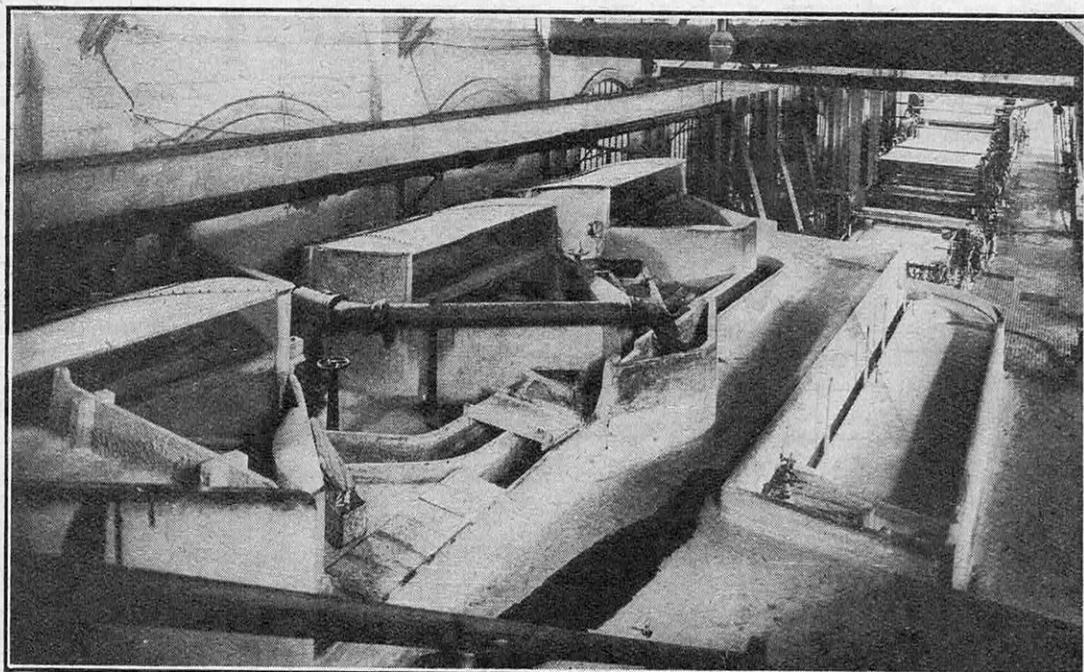


FIG. 3. — BACS MÉLANGEURS DE PÂTE A PAPIER
 Dans ces bacs s'effectue le mélange intime des différentes pâtes composant le papier désiré.

Ainsi l'« alfa », dont les peuplements couvrent 4 millions d'hectares dans la seule Algérie, ce qui représente une production possible d'environ 600.000 tonnes par an. En Indochine existe une fibre remarquable : le bambou. Au Sénégal, se développe le papyrus. Recenser les superficies couvertes par ces derniers végétaux, ainsi que les productions qu'ils représentent, est tâche vaine, étant donné qu'ils n'existent qu'à l'état sauvage.

ports extérieurs ; d'autre part, dans ces apports, la part coloniale est infime, alors que les ressources des possessions d'outre mer apparaissent comme illimitées, et ce sont les nations étrangères qui ravitaillent la nation de cette matière première vitale.

Manifestement, il y a là une contradiction nette, dont il nous faut exposer les raisons avant d'aller plus avant.

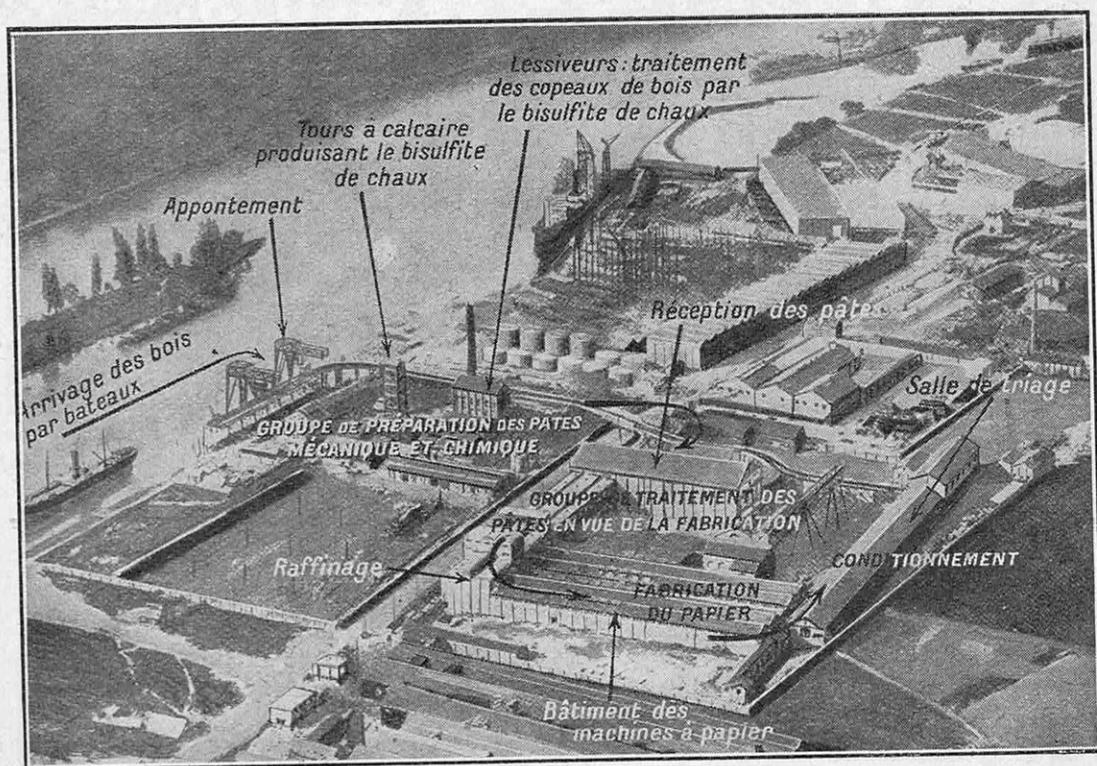


FIG. 4. — VUE GÉNÉRALE D'UNE USINE DE FABRICATION DE PÂTE À PAPIER ET DE PAPIER, SITUÉE SUR LES BORDS DE LA SEINE DANS LA RÉGION DE ROUEN

Les indications portées sur la photographie indiquent le déroulement normal des opérations industrielles qui ont pour effet de transformer la cellulose de bois en papier.

Néanmoins, l'alfa, le bambou et le papyrus sont susceptibles d'exploitations industrielles. Leurs qualités techniques ne peuvent pas être mises en doute. Seules s'opposent à une utilisation intensive les infériorités de développement économique des colonies de peuplement.

A ne s'en tenir qu'à la position générale de la France en matière d'approvisionnement en cellulose, sans faire entrer en ligne de compte les différences de besoins des industries consommatrices, nécessité est de constater ce double fait : d'une part, la métropole déficiente en réserves de cellulose est contrainte de faire appel aux ap-

Pourquoi la cellulose coloniale ne ravaille-t-elle pas la métropole ?

Si la cellulose coloniale ne fournit pas la métropole, si elle ne la libère pas des importations étrangères, c'est exclusivement en raison de l'infériorité du développement économique de nos possessions d'outre mer. A cet égard, le procès est pendant depuis longtemps. Administrativement, les colonies françaises sont relativement évoluées. Économiquement, elles ne le sont pas. Elles apparaissent semblables à une sphère dont l'écorce serait de composition connue et la partie interne de

fabrication du papier. Sur la valeur civilisatrice de cette industrie, il est inutile d'insister. Que l'industrie papetière disparaisse soudain de la face du monde, et l'humanité s'abêtira plus vite qu'elle ne s'est instruite.

Toutes les celluloses ne conviennent pas également à la fabrication du papier. Celle-ci requiert, en effet, un certain nombre de qualités des matières fibreuses d'origine végétale qu'elle prétend employer. A cet

très bon feutrage (rapport de la longueur de la fibre à son diamètre) ; il n'y a pas d'adhésion entre les diverses particules qui les composent et, partant, le papier produit est friable. Par contre, des fibres longues, flexibles, élastiques, même si elles sont lisses à l'extérieur, s'entrelacent facilement et se feutrent en donnant une feuille qui a de la main et de la résistance. La fibre de coton, longue et tubulaire, possède cette

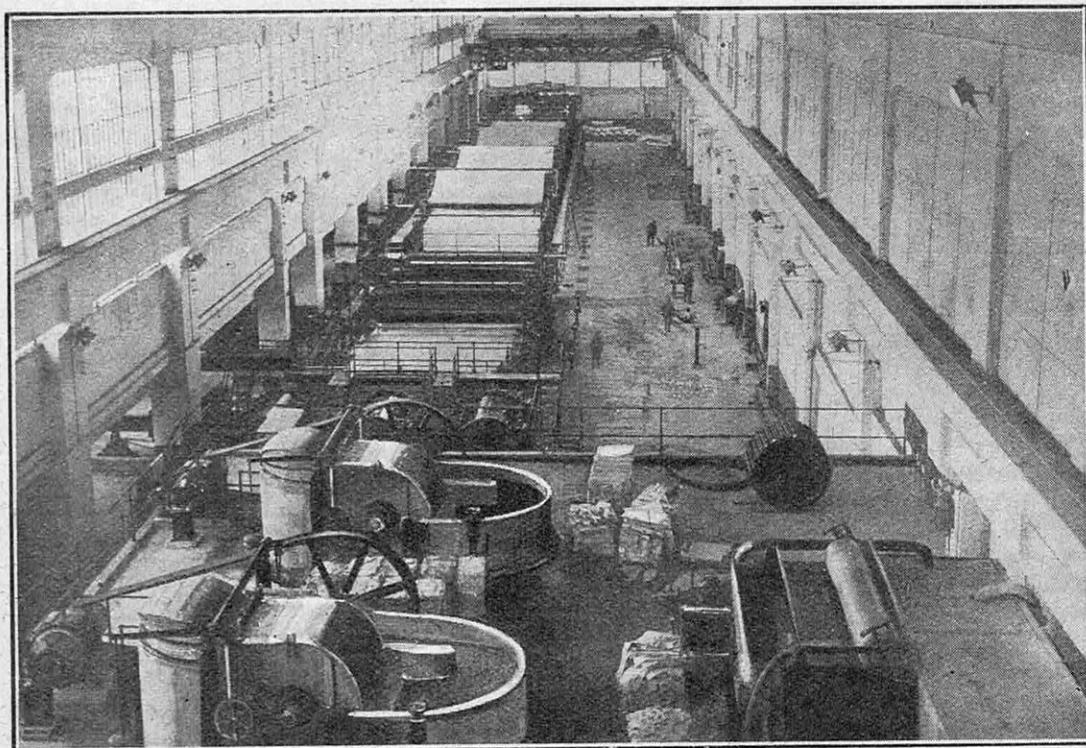


FIG. 6. — CETTE MACHINE A PAPIER, LA PLUS PUISSANTE D'EUROPE, EST INSTALLÉE DANS UNE USINE FRANÇAISE DE LA RÉGION DE ROUEN. LE BOBINAGE DU PAPIER SE FAIT SUR UNE LARGEUR DE 3 M 60. AU PREMIER PLAN, LES BACS MÉLANGEURS

égard, un auteur particulièrement qualifié, Arnot, nous informe : « Parmi les fibres, écrit-il, les unes sont courtes, dures, et d'aspect extérieur poli, les autres sont longues, flexibles, barbelées ; les premières il est à peine nécessaire de le dire, donnent du papier médiocre, qui se déchire facilement ; les secondes fournissent du papier qui possède à un degré élevé la solidité et la souplesse. Les fibres de la paille et de beaucoup de variétés de bois peuvent rentrer dans la première catégorie ; celles du chanvre et du lin dans la seconde. Il y a naturellement, entre ces extrêmes, tous les degrés et combinaisons de différentes caractéristiques. Il est facile de comprendre que les fibres dures, aciculaires, ne donnent pas un

particularité que ses tubes, une fois desséchés, s'enroulent autour de leur axe, propriété qui aide beaucoup à l'adhésion des particules dans la fabrication du papier. »

La citation est longue, mais elle est explicite. Elle atteste que, du point de vue de l'industrie papetière, toutes les celluloses ne sont pas aptes. Il en est de supérieures, d'intermédiaires et d'inférieures. Parmi les premières, rangeons les coton, chanvre, lin, jute, ramie. Certains bois : sapins, épicéas, trembles, figureront parmi les intermédiaires, d'autres parmi les inférieures, tels par exemple, les pins nouveaux ou trop résineux.

D'où vient maintenant que l'industrie papetière délaisse le coton, chanvre, lin, celluloses supérieures, pour n'utiliser que

certaines variétés de végétaux de moindre qualité ?

Techniquement, cette préférence ne se justifie point. Mais, économiquement, elle s'explique. Le coton, le chanvre, le lin sont des matières premières de grande valeur initiale par suite de la variété de leurs débouchés et de leur pouvoir utilitaire. Utilisés en papeterie, ils conduiraient à des prix de revient trop élevés et, d'autant plus que l'industrie papetière étant une puissante consommatrice, la demande sur les marchés serait un facteur déterminant de la hausse des cours. C'est donc une préférence forcée et non spontanée qui l'orientent vers des celluloses intermédiaires.

Identique est la préférence que l'industrie des soies artificielles de viscose manifeste pour la cellulose de bois. Ici encore, le facteur prix de revient, est un facteur déterminant. Et la propriété commerciale de la soie de viscose étant d'être bon marché élimine d'office toutes les celluloses de qualité rare.

Voilà donc deux branches industrielles dont la source de ravitaillement est identique : le bois. A elles deux, elles consomment, en période normale, plus de cellulose que l'ensemble des autres industries faisant appel à cette matière première. Et comme il est dans l'ordre naturel que leurs champs d'application s'étendent, il est à envisager

qu'un jour leur ravitaillement soulèvera des problèmes angoissants, tout au moins tant que ce ravitaillement fera fi du réservoir inépuisable de cellulose que constitue la végétation coloniale.

Les autres industries consommatrices de cellulose ne l'utilisent que transformée

et appropriée à leur usage. Mais, à l'inverse de l'industrie papetière, elles ne font appel qu'à une cellulose déterminée, celle du coton. Pourquoi? Parce que le coton est le végétal à cellulose type et le plus riche en cellulose pure.

Parmi ces différentes branches consommatrices, il en est au moins une vitale : l'industrie des explosifs. Celle-ci fait appel à la cellulose du coton sous forme de nitrocellulose pour la fabrication du coton-poudre. En gélant la cellulose avec la nitroglycérine seule, ou en lui adjoignant une légère quantité d'acétone, Nobel obtint des poudres sans fumée redou-

tables. Ces formules sont encore en vigueur et la fourniture de cellulose de coton est une des plus angoissantes préoccupations des services de la Défense Nationale. En période pacifique, le problème est aisément résolu, car il ne s'agit que de fabrications d'explosifs limitées aux seuls approvisionnements de prévoyance. Mais en temps de conflit armé ?

On ne saurait chiffrer la consommation

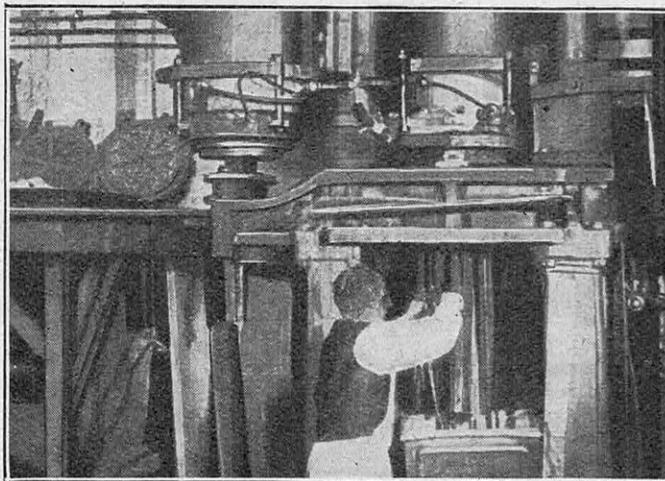
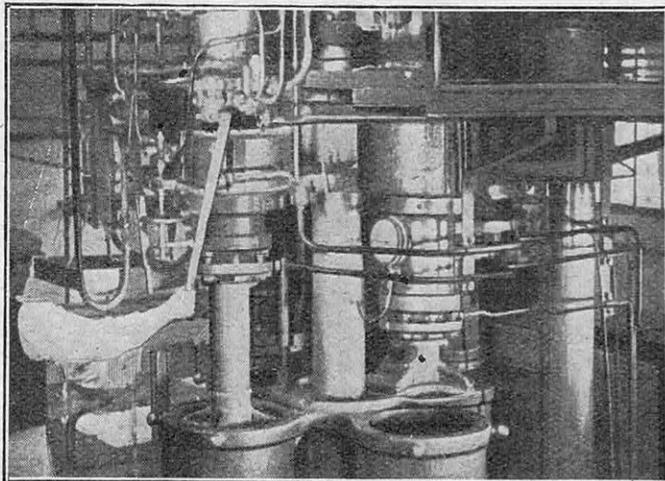


FIG. 7 ET 8. — DEUX PHASES DE LA FABRICATION DU CELLULOÏD (VOIR « LA SCIENCE ET LA VIE », N° 59, P. 449)

Au-dessus, presse à déshydrater la cellulose. Au-dessous, presse à filtrer la dissolution cellulosique.

nationale en matière de cellulose de coton à l'usage de l'industrie des explosifs. Dans ce domaine, la discrétion est de rigueur. Seule apparaît aux yeux les moins avertis la nécessité capitale du produit.

La nitrocellulose n'est pas qu'un explosif. Dûment traitée par une dissolution alcoolique de camphre et après préparation mécanique, elle aboutit à la fabrication du celluloid dont tout le monde connaît les propriétés utilitaires et les inconvénients. Durant de longues années, le celluloid eut une production mondiale intense. Aujourd'hui, il est généralement remplacé par des matières plastiques dérivées des albuminoïdes et, en de certains cas, par des résines synthétiques.

Mais si la cellulose a perdu avec le celluloid un champ d'applications important, elle en a conquis un autre avec les vernis cellulose à base d'acétocellulose. Cet éther cellulosique, découvert en 1869, a donné naissance à toute une gamme de préparations aboutissant aux fabrications les plus diverses. Ainsi, les vernis cellulose jouissent de débouchés extrêmement variés. Ils s'appliquent au vernissage, à la décoration des bois, des meubles, des cuirs, des verres. Ils s'appliquent au pulvérisateur ou en trempé et ont la propriété de sécher presque immédiatement. Mélangés à des écailles de poissons et appliqués sur des boules d'email, ils constituent les perles artificielles. Appliqués sur toiles, sous la forme d'enduits, ils permettent la fabrication des cuirs artificiels. Enfin, dans la carrosserie automobile, ils ont détrôné les anciens vernis.

Cellulose encore, sous la forme de nitrocellulose ou d'acétocellulose, la pellicule photographique et cinématographique. Annuellement, le monde fabrique près de 2 milliards de mètres de ces pellicules. Cellulose, les « cellophanes », dissolution cellulosique coagulée, dont les emplois sont multiples et qui vont de l'emballage aux pailles artificielles pour chapeaux de dames.

Quelle matière première peut se targuer d'un aussi vaste domaine d'applications,

allant du vernis d'automobile à la pellicule cinématographique et de l'explosif au papier ?

Il faut à la France un Institut de la Cellulose

Au lendemain des hostilités, encore sous le coup de la menace qu'avait fait peser sur le pays le défaut d'organisation des industries de l'optique et de la céramique, les Pouvoirs publics fondèrent simultanément l'Institut d'Optique et l'Institut de Céramique. Pas un instant, ils ne songèrent à créer pareillement un Institut de la Cellulose. Pourquoi cette omission ?

Sans doute est-ce en raison de ce que, durant les quatre années de conflit, le jeu des alliances et la maîtrise de la mer avaient permis un approvisionnement presque normal en cellulose. Il n'y avait pas eu de problème de la cellulose dans une période entre toutes critiques. Il ne s'en poserait donc jamais.

L'imprévoyance était coupable, car les mêmes événements ne se reproduisent jamais deux fois. Demain, la France peut se trouver privée de tout ravitaillement en cellulose étrangère. Que fera-t-elle, si la cellulose coloniale lui fait défaut ?

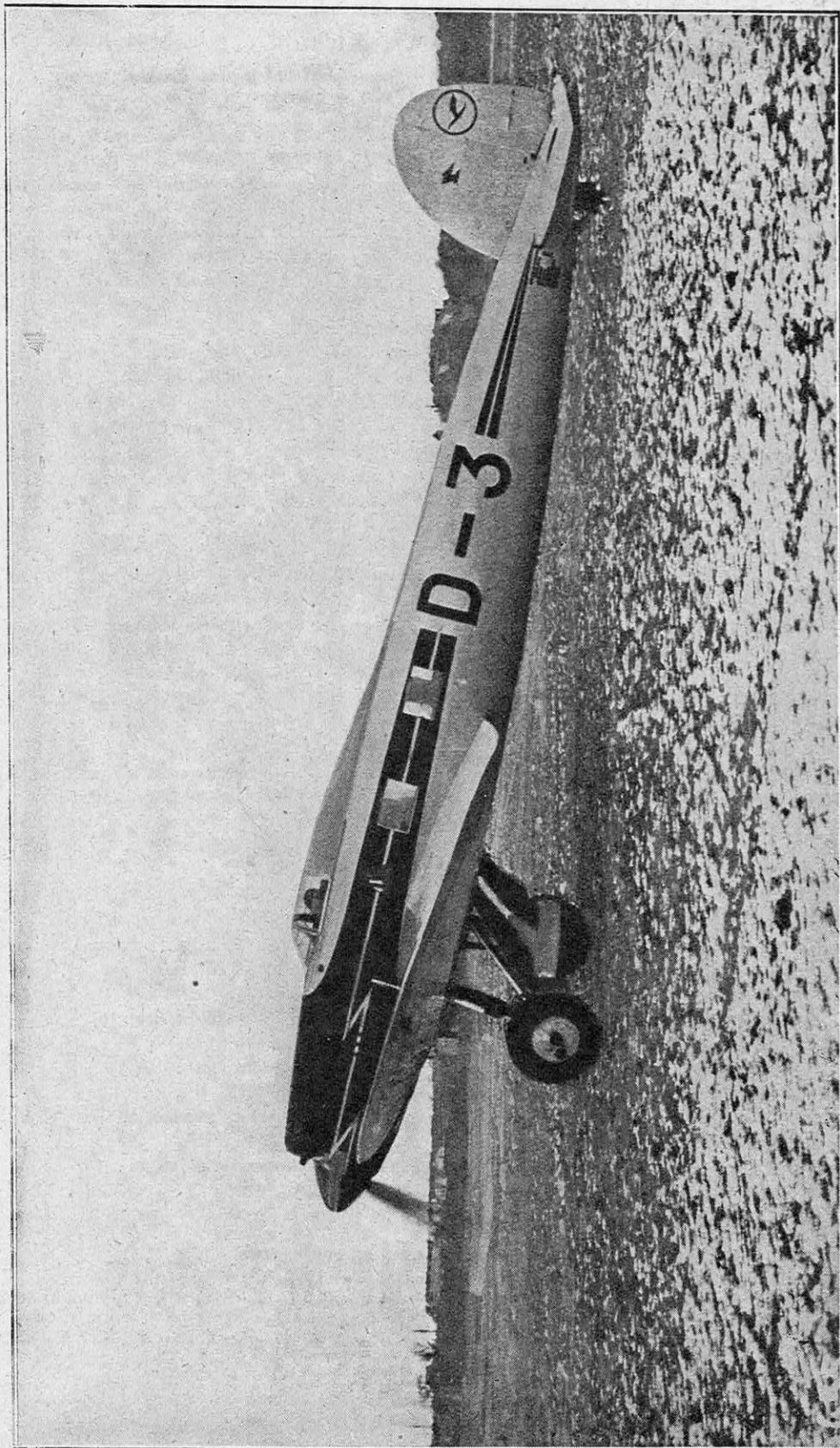
Au surplus, en demandant aujourd'hui la création d'un Institut de la Cellulose, nous ne faisons que reprendre un vœu maintes fois formulé. Les principales industries consommatrices sont sans liens entre elles. Leur action politique est une action dispersée. Elles ne jugent pas au delà de leurs intérêts immédiats.

Coordonner ces intérêts, constituer un centre d'études et de recherches de la cellulose, définir un programme colonial réalisable et non chimérique, telle est la fonction de l'Etat en la matière. S'il est acceptable que l'industrie des pellicules photographiques et celle de la soie artificielle dépendent de la cellulose étrangère, il est, par contre, intolérable que l'industrie du papier, ce support de la pensée, et l'industrie des explosifs payent tribut. Certaines subordinations économiques sont, en effet, plus dangereuses qu'une contrainte d'hégémonie politique.

R. CHENEVIER.

N. D. L. R. — La cellulose constitue la matière première de l'une des plus importantes industries modernes : celle de la soie artificielle qui concurrence la soie naturelle française jusqu'ici prédominante.

A l'occasion de l'inauguration, en mars dernier, de l'Ecole Jacquard, à Lyon, destinée à la formation des techniciens de la soie, le président de la Fédération a montré la rivalité qui existe désormais entre le produit naturel et le produit artificiel. Il n'a pas craint de la désigner sous le nom de « Bataille de la soie ». Nous aurons l'occasion d'y revenir.



VOICI LE FAMEUX AVION COMMERCIAL ALLEMAND « HEINKEL 70 », DONT LA VITESSE PEUT ATTEINDRE 362 KILOMÈTRES À L'HEURE. C'EST L'UN DES PLUS RAPIDES DU MONDE. IL TRANSPORTE CINQ PASSAGERS, PLUS LE PILOTE ET LE RADIOTÉLÉGRAPHISTE. Grâce à cet appareil, on pourra effectuer le voyage Paris-Berlin (888 kilomètres) en 2 h 40, alors qu'il faut encore près d'une journée en chemin de fer.

LA PREMIÈRE QUALITÉ D'UNE AVIATION COMMERCIALE, C'EST LA RAPIDITÉ

Comment l'Allemagne a résolu le problème

Par Jacques MAUPAS

La suprématie de la locomotion aérienne sur les autres modes de locomotion tient évidemment à la rapidité. La civilisation moderne impose, en effet, à l'homme de nos jours des déplacements de plus en plus grands, avec une durée de plus en plus courte. Aussi l'Allemagne a-t-elle admirablement compris que, pour développer son aviation commerciale, il fallait tout d'abord réaliser ces qualités primordiales : vitesse et sécurité. Les derniers avions commerciaux ultra-rapides de l'Allemagne sont, à ce point de vue, les premiers du monde et rivalisent avec la construction américaine. Des appareils, tels que le Heinkel 70, notamment, capables de dépasser 350 kilomètres à l'heure, surclassent nettement, sous le rapport de la vitesse, nos appareils, même les plus récents. Dans un autre ordre d'idées, un gros effort a été tenté par le Reich pour établir régulièrement des liaisons intercontinentales à grande distance : Allemagne-Extrême-Orient, Allemagne-Brésil, par exemple. Ces liaisons sont assurées soit par dirigeable, soit par hydravion ; dans ce dernier cas, on utilise comme relais une île flottante, constituée par le navire le Westfalen, ancré au milieu de l'Atlantique. Il ne s'agit là, d'ailleurs, que d'une solution provisoire, destinée à disparaître lorsqu'on aura mis au point des avions capables de traverser l'Atlantique d'une seule traite, sans grands risques. Il y a là une concurrence directe pour nos lignes aéropostales françaises qui relient la métropole à l'Amérique du Sud. C'est pour cette raison que l'on avait envisagé récemment un accord entre l'Allemagne et la France pour l'exploitation des lignes Transatlantique-Sud. Sans doute pour des raisons politiques, le projet a été ajourné par le nouveau gouvernement français qui n'a pas cru devoir suivre la Compagnie « Air-France » dans cette voie.

LE gouvernement de Hitler, en transformant en ministère de l'Air, sous la direction de M. Goering, l'office existant pour l'aviation, a montré sa volonté de donner une impulsion puissante à l'aviation commerciale allemande qui poursuit, à l'heure actuelle, la réalisation de projets importants. Ce ministère est divisé en quatre grandes sections : la première s'occupe des problèmes politiques relatifs au trafic aérien, la seconde de la coordination des entreprises subventionnées, la troisième du développement des sports aériens et des associations sportives, la quatrième de la protection contre les attaques aériennes. L'effort officiel est appuyé par un effort analogue, dans le domaine technique comme dans le domaine commercial, de la part de l'aviation marchande allemande, représentée par la « Luft-hansa ». La *Koelnische Volkszeitung* n'a-t-elle pas publié un article intitulé : *1933, année décisive pour l'aviation commerciale allemande ?*

Dans quelle mesure cette année 1933 a-t-elle été décisive pour l'aviation commerciale allemande ?

L'effort technique allemand

L'aviation commerciale, pour conserver et développer la situation acquise dans le domaine des transports, devra augmenter son principal avantage, celui qui la place au-dessus de tous les autres moyens de transport : la vitesse. L'aviation commerciale allemande est entrée dans cette voie. Elle cherche à relier entre eux, dans le minimum de temps, les principaux centres, de manière à donner aux hommes d'affaires la possibilité de travailler en une journée dans un rayon de 500 à 600 kilomètres. La *Reichsbahn* a même annoncé son intention de faire appel à l'avion pour doubler la voie ferrée. Afin d'assurer à l'avenir les transports rapides de marchandises, elle organiserait, sur des lignes où existe un trafic intense de colis express, des transports réguliers au

moyen d'avions à plusieurs moteurs. Les usines Heinkel, à Warnemünde, et Junkers, à Dessau, s'efforcent de construire des avions très rapides qui bouleverseraient le problème des communications au point de vue technique et économique.

Un avion du type monoplan à aile surbaissée particulièrement rapide est le *Heinkel 70* ou *D. 3*, dit postal. Cet avion peut réaliser une vitesse maximum de 362 kilomètres à l'heure et une vitesse commerciale de 326 kilomètres. D'après les renseignements fournis par les constructeurs, il lui serait possible d'assurer les liaisons Berlin-Cologne (483 kilomètres) en une heure trente minutes ; Berlin-Paris (888 kilomètres), en deux heures quarante minutes ; Berlin-Londres (991 kilomètres), en trois heures dix minutes. Le *H. 70* transporte un pilote, un télégraphiste, cinq passagers ou, à la place de passagers, 500 kilogrammes de fret. Il a une envergure de 14 m 80 et une longueur de 11 m 30. Il possède un moteur de 630 ch B. M. W. VI. Le pilote et le télégraphiste sont assis l'un près de l'autre, de sorte que la liaison entre eux est constante. La cabine des passagers est pourvue de fenêtres qui, en cas de nécessité, serviraient de sortie. Lorsque l'avion est utilisé comme avion de commerce, les marchandises sont placées dans un espace situé derrière la cabine des passagers. En cas de guerre, le *H. 70* deviendrait un avion de chasse particulièrement redoutable en raison de sa grande vitesse.

C'est un point de vue que *La Science et la Vie* développera ultérieurement.

Un autre modèle récent de l'aviation allemande est le *Junkers 52*, gros porteur pour le service commercial, qui a été commandé en grande série par la Lufthansa. Cet appareil comporte trois moteurs dont la puissance totalisée dépasse 2.000 ch. La cellule a une coupe rectangulaire avec les côtés inférieurs et supérieurs bombés. Derrière les deux sièges des pilotes, il y a une cabine pour la T. S. F., pour le postier chargé du courrier et pour l'employé préposé à la manutention des colis. Derrière cette cabine, se trouve le fourgon aux marchandises qui mesure intérieurement 6 m 35 × 1 m 64 × 1 m 90. Le chargement et le déchargement sont opérés par une ouverture de 1 m 70 × 1 m 30, située sur le côté gauche.

Le *Junkers G. 38* est utilisé pour le transport des passagers. Cet appareil en duralumin fut mis en service pour la première fois au cours de l'été 1931, sur le parcours Berlin-Amsterdam-Londres. Il a été depuis

l'objet d'améliorations. Il peut transporter trente passagers. La machinerie se compose de quatre moteurs Junkers L. 88, ayant chacun une puissance de 800 ch, donnant une vitesse de 200 kilomètres. Les moteurs se trouvent dans l'intérieur des ailes et sont accessibles pendant le vol. La cabine de pilotage, qui surplombe celle du commandant et de la T. S. F., — située à la proue de l'avion, — permet une bonne visibilité. La dernière création de Junkers, sur la ligne Berlin-Londres, est le *J. 38* immatriculé *D. 2000*. Cet énorme appareil, qui peut emporter avec lui un chargement considérable, serait, en cas de guerre, un redoutable avion de bombardement.

Enfin, parmi les dernières créations, signalons l'emploi en Allemagne, comme avion de sport, du monoplace *D. X. VII*, extrêmement rapide, construit par *Fokker* en Hollande.

Pour la traversée de l'Atlantique

Les usines *Dornier* vont transférer leurs ateliers de construction de Friedrichshafen, sur le lac de Constance, à Wismar, en Mecklembourg, où sera installé, en dehors des usines, un port aérien. Wismar est situé au fond d'un golfe sur la Baltique, non loin de la base d'hydravions de Lübeck, utilisée par la «Lufthansa». Alors que les gros porteurs ci-dessus décrits sont destinés aux services transcontinentaux, la Société Dornier a lancé un modèle d'hydravion, ou plus exactement de *navire volant*, *Do. X*, c'est-à-dire d'aéronef qui est aussi bien à sa place sur l'eau que dans l'air et qui sert au transport des grandes charges utiles au-dessus de la mer. Cet aéronef comporte un corps central, analogue à un navire, pourvu de plusieurs ponts. Les projets de Dornier consistaient à lancer, à partir de 1934, un modèle capable de remplacer sur la ligne sud-américaine, dont nous parlerons plus loin, le *Zeppelin*. Ce navire volant pourrait franchir, au besoin d'un seul bond, les 3.000 kilomètres de l'Atlantique Sud. L'idée de Dornier, pour les parcours transocéaniques, est, en somme, de lancer un hydravion au long cours, à coque centrale, offrant aux passagers les conditions de confort et de sécurité indispensables. Son premier modèle date de 1929. Le navire volant a été, depuis, l'objet de perfectionnements. Il est équipé comme un transatlantique, avec chambre de navigation, cabines pour les passagers, salon. Les dimensions du navire volant, en 1932, ont été de 40 mètres de longueur, 3 m 50 de largeur, 6 m 40 de hauteur, tirant d'eau de 1 m 05.

Puisque nous sommes dans le domaine des possibilités futures, nous signalerons le curieux projet dû à l'ingénieur C. Michels, de Gelsenkirchen : celui d'un *train volant*. Ce projet aurait pour but de remédier à la vitesse médiocre du chemin de fer, par rapport à l'avion, en combinant les deux. De grands wagons de forme allongée seraient munis d'ailes sur le côté. Par l'augmentation de la vitesse, les ailes produiraient un mouvement soulevant les wagons au-dessus des rails. Le train serait maintenu, au-dessus de la voie, à une certaine hauteur, par un troisième rail. Ce rapide volant marcherait à l'électricité ; il atteindrait une vitesse horaire de 500 kilomètres. Son but serait de relier entre eux les principaux centres industriels et commerciaux d'Europe, mais tout cela sort un peu du domaine de la technique pour celui du roman d'aventures. Il est à remarquer que l'U. R. S. S. a déjà lancé un train sur billes qui a atteint une vitesse de 300 kilomètres.

La liaison Europe-Amérique du Sud par île flottante

Le but vers lequel tendent, depuis plusieurs années, les efforts de l'aviation commerciale allemande est d'établir des liaisons avec les centres mondiaux essentiels pour l'économie allemande. Dans cet ordre d'idées, les visées de la « Lufthansa » portent sur l'Amérique du Sud et sur l'Extrême-Orient. Alors que, pour des raisons surtout météorologiques, la technique est encore incapable d'organiser d'une façon permanente un service avec l'Amérique du Nord, la « Lufthansa » cherche à entrer dans la voie des réalisations pratiques pour l'Amérique du Sud. Le « Condor Syndicat », qui assure un service le long des côtes du Brésil et de l'Argentine, lui procure dans ces pays une base solide.

Plusieurs de nos lecteurs ont certainement vu l'adaptation française du film allemand *I. F. 1 ne répond plus*. Sur l'île flottante n° 1, construite par les frères Lennartz, de Hambourg, devaient atterrir et se ravitailler les avions assurant le trafic entre l'Europe et l'Amérique du Sud. Si ce film lui-même pourrait être tiré d'un roman de Jules Verne, les ingénieurs allemands n'en travaillent pas moins à la réalisation pratique de cette idée.

Les dirigeants de la « Lufthansa » procédèrent, cette année, à des essais de base artificielle pour une liaison postale aérienne avec le Brésil. Ils achetèrent, dans ce but, le *Westfalen*, cargo vieux de trente ans, ayant

une longueur de 125 mètres, une largeur de 16 mètres, un tirant d'eau de 8 m 50, jaugeant 5.124 tonnes. Le *Westfalen* jeta l'ancre entre l'Afrique occidentale et l'Amérique du Sud, au sud des îles du Cap-Vert. Le problème à résoudre était celui du lancement des hydravions par catapulte. En même temps, le *Westfalen* assurait le service météorologique et télégraphique. Une voile Hein, flottant à l'arrière du navire, permit de hisser à bord, au moyen d'une grue, l'hydravion amené près du *Westfalen*. L'appareil fut ensuite mené vers la catapulte Heinkel, du type K. 6, de 80 tonnes, se trouvant à l'avant du navire, par un chariot roulant sur des rails placés à tribord. L'appareil servant aux expériences était un *Do-Wal*, pesant 8 tonnes et demie, avec un équipage de quatre hommes. Les compresseurs alimentant la catapulte donnèrent une pression de 180 atmosphères, projetant le *Do-Wal* à 150 kilomètres à l'heure.

Par la même occasion, une expérience fut faite pour l'ancrage en haute mer des îles flottantes, suivant le procédé de l'amiral Spiess. De grandes ancres ne sont pas nécessaires pour fixer un bateau au-dessus de 6.000 mètres de fond. Il suffit de laisser traîner sur le fond de la mer un câble de 1.500 mètres qui maintient le navire en position par frottement.

Au point de vue des transports aériens, l'emploi du *Westfalen* permettrait d'assurer le service aéropostal entre l'Europe et l'Amérique, *via* l'Afrique, de manière à ce que les hydravions parcourant la ligne de Bathurst (Gambie anglaise) à Pernambuco, effectuent soit un service de navette entre la côte et le navire, soit la traversée complète en faisant une courte escale à bord du *Westfalen*.

Quelques autres projets d'îles flottantes

D'après des informations de Berlin, la « Lufthansa » aurait fait l'acquisition de trois avions américains du type *Boeing 247* pour l'acheminement rapide du courrier de Berlin jusqu'à Séville.

En dehors du navire-station *Westfalen*, des recherches sont faites par le docteur Gerke pour l'établissement d'une île en glace artificielle. Il s'agirait, cette fois, d'une île fixe. Il faudrait, pour cela, équiper deux navires avec d'immenses appareils analogues aux appareils frigorifiques. Une fois ces bateaux mouillés au point choisi, on fixerait d'abord autour d'eux, et à 2 ou 3 mètres au-dessous du niveau de l'eau, des tubes

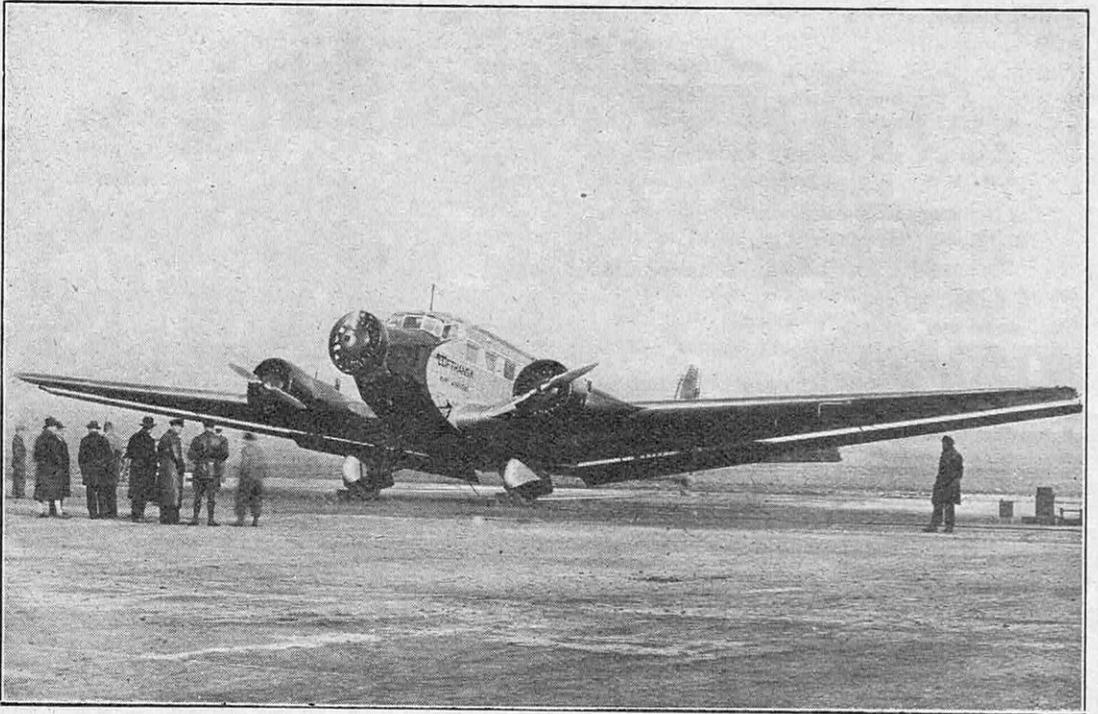


FIG. 1. — L'AVION « JUNKERS 52-3 M » EST L'UN DES PLUS PUISSANTS TRIMOTEURS DE TRANSPORT ; SON RAYON D'ACTION ATTEINT 2.000 KILOMÈTRES SEULEMENT

D'une puissance totale de 1.900 ch, sa vitesse atteint 250 kilomètres à l'heure Il est équipé soit pour vol de jour, — et peut alors enlever quatorze passagers, — soit pour vol de nuit, avec cabines à couchettes



FIG. 2. — VOICI LE MÊME APPAREIL ÉQUIPÉ EN HYDRAVION POUR LES VOLS AU-DESSUS DES PLANS D'EAU (MÉDITERRANÉE, PAR EXEMPLE)

horizontaux supportés par des tuyaux verticaux allant jusqu'au fond de la mer et dans lesquels passerait le réfrigérant nécessaire à la formation de la glace. L'île se formerait par congélation de l'eau autour de la tuyauterie. Il n'y aurait plus qu'à édifier l'usine, à entretenir le froid et à aménager ensuite l'aéroport.

Si fantastique que cela paraisse, le docteur Gerke estime que son projet est parfaitement exécutable, et qu'une fois l'île établie, le courant nécessaire pour entretenir le froid serait d'un prix minime. L'ingénieur allemand envisage d'autres applications non moins originales de son idée, par exemple d'établir un rempart de glace protégeant les ports d'une attaque sous-marine.

L'effort technique des Allemands est considérable et dangereux pour notre ligne de l'Amérique du Sud qui, avec l'Aéropostale, a pourtant été la première à assurer le transport du courrier de Toulouse à Santiago du Chili.

La même question préoccupe les Etats-Unis. La Société des Aérodomes flottants aurait conçu le projet de réduire à vingt-quatre heures le trajet Europe-New York, en établissant sur l'Océan cinq aérodomes marins. La plate-forme de l'île serait maintenue au-dessus de la mer par une armature à claire-voie en acier reposant sur des caissons de flottaison.

L'effort allemand donne des résultats pratiques, pour le moment, avec le *Graf-Zeppelin*, qui traverse l'Atlantique, assurant la liaison Friedrichshafen-Rio-de-Janeiro, via Barcelone, Séville, Pernambouc, en cinq jours, moyennant 1.800 marks par personne. Quant au fret, le tarif est de 10 marks au kilogramme. Au cours de ses neuf voyages de 1932 en Amérique du Sud, le dirigeable a transporté 188 personnes, 1.473 kilogrammes de fret, 2.062 kilogrammes de courrier. L'équipage du *Graf-Zeppelin* se compose de 44 personnes. Le navire aérien est commandé par le docteur Eckener. Il est pourvu de moteurs Maybach, donnant 520 ch à la vitesse maximum de 1.650 tours, avec compresseurs et démultiplicateurs. L'altitude de navigation du dirigeable est de 200 mètres ; on manœuvre sans dépasser l'angle de 5° ; l'emploi habituel du servopilotage est combiné avec le pilotage automatique. Les installations à terre sont très simples : à Friedrichshafen, elles se composent d'un hangar à double porte, avec rails et chariots, et un petit mât d'amarrage ; à Pernambouc, d'un mât d'amarrage, d'un chariot de queue sur rails circulaires, d'une

réserve de gaz combustible et d'hydrogène.

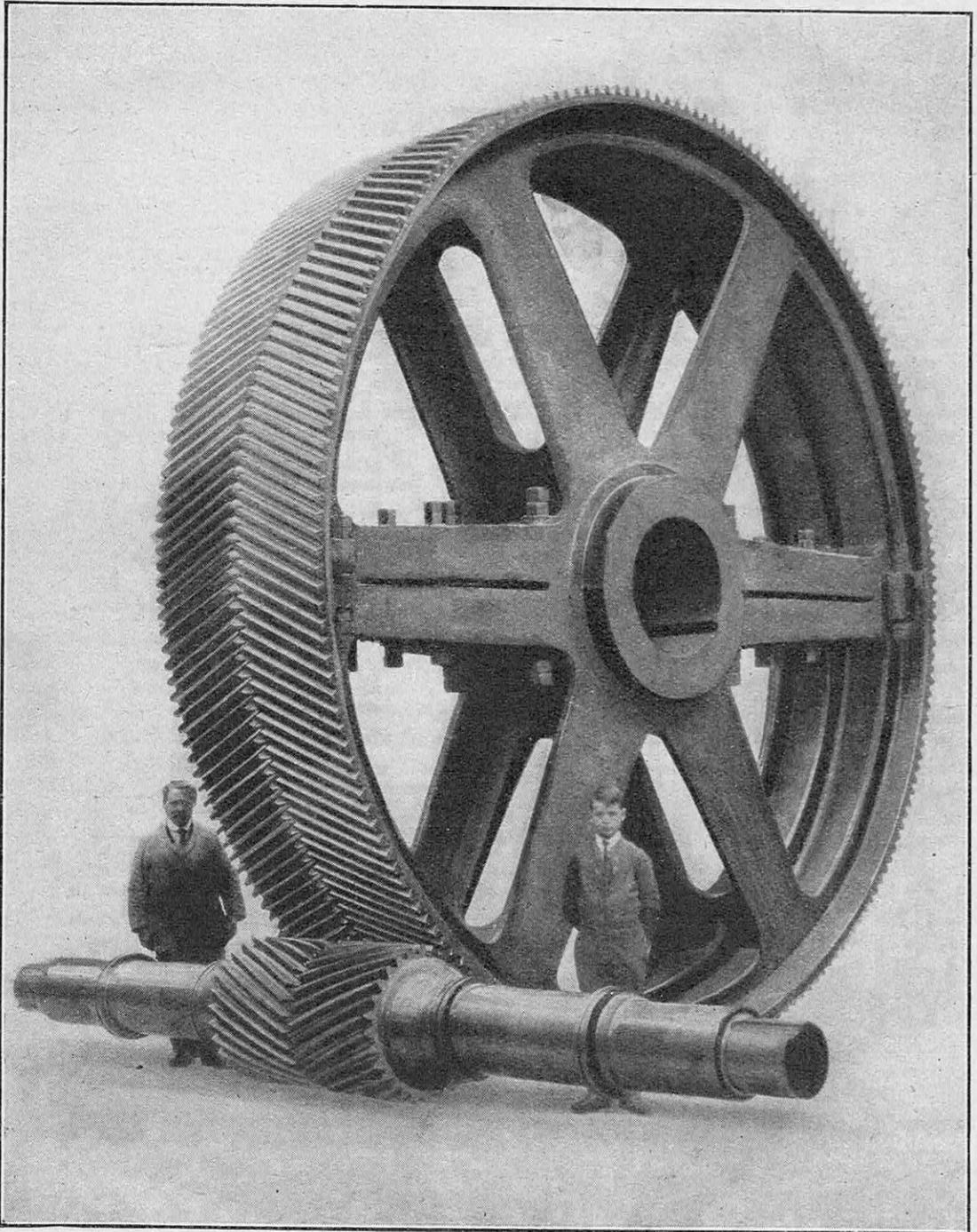
Les frais d'un voyage du *Zeppelin* en Amérique sont, malgré tout, élevés. De plus, un dirigeable comme le *Graf-Zeppelin* est plus ou moins tributaire des variations atmosphériques et l'aviation permet une plus grande fréquence des départs. C'est pourquoi Dornier voudrait lancer un *hydravion transatlantique* capable, au besoin, d'assurer la traversée sans escale.

La liaison avec l'Extrême-Orient

Dix mille kilomètres séparent l'Allemagne de la côte asiatique de l'Océan Pacifique. Le chemin de fer parcourt ce trajet en plus de deux semaines, le paquebot met un mois et demi. L'avion est capable de franchir cette distance en cinq, peut-être même en trois ou quatre jours, lorsque sa vitesse sera plus considérable, et surtout lorsqu'il sera possible de voyager de nuit. L'aviation allemande travaille à cette liaison avec l'Extrême-Orient. Il existe déjà la Société russo-allemande de Navigation aérienne et la compagnie germano-chinoise « Eurasia ». Cette dernière a permis à la « Lufthansa » de prendre pied en Chine. « Dans ces avant-postes lointains, écrit la *Koelnische Volkszeitung*, des organisateurs, pilotes et techniciens allemands, ont fourni un gros effort comme pionniers. De Shanghai à Pékin, au-dessus des villes de la Chine centrale, on envisage la création d'une ligne régulière allant jusqu'à la frontière russe pour être ensuite rattachée au réseau allemand par l'intermédiaire des lignes russes. » Ce sera la ligne Berlin-Shanghai, via Moscou. Mais l'organisation de cette ligne se heurterait à des difficultés de la part de la Russie.

Les efforts de l'Allemagne sont donc considérables. Jusqu'à quel point sont-ils réalisables ? L'avenir nous le dira. En outre de la technique et de l'établissement des lignes aériennes, nous signalerons le développement des aéroports (127), des écoles de pilotage (54), des centres de planeurs (100). En tout cas, nous sommes informés de ces efforts. Nous savons, du reste, qu'ils retiennent l'attention de notre ministère de l'Air, et que, de leur côté, nos constructeurs ne sont pas restés inactifs. Rappelons, en particulier, à ce sujet, qu'après la double traversée de l'Atlantique par le trimoteur terrestre Couzinet, l'hydravion *Croix-du-Sud* vient à son tour d'effectuer le raid aller et retour France-Buenos-Ayres. C'est là le premier pas vers une liaison entièrement aérienne entre les deux continents.

JACQUES MAUPAS.



L'HUILE GRAPHITÉE ASSURE LA SÉCURITÉ DE LUBRIFICATION DES ENGRENAGES GÉANTS

Voici les gros engrenages créés par l'électrotechnique moderne pour transmettre la puissance d'un de ces gros moteurs électriques de 15.000 ch, avec un « couple » énorme. Les dents en prise exerçant l'une sur l'autre des pressions considérables jusqu'ici inatteintes, il en résulte de sérieuses difficultés pour en assurer le graissage efficace. Or, si, pour une raison quelconque, l'arrivée de l'huile devient insuffisante, c'est la catastrophe : grippage, rupture des dents, etc. C'est la mise hors service d'une installation qui coûte des millions. L'emploi de l'huile graphitée permet d'y parer dans la plupart des cas. En effet, même si ce nouveau lubrifiant vient à manquer, le graphite déposé sur les dents accomplit son office : grâce à son « onctuosité », la marche peut se poursuivre pendant plusieurs heures, sans donner lieu aux phénomènes indiqués, en sorte qu'on a le temps de prendre toutes mesures utiles.

VOICI LES LUBRIFIANTS SOLIDES QUI ÉVITENT LES DÉFAILLANCES DES LUBRIFIANTS LIQUIDES

Par Henri TINARD

LA SCIENCE ET LA VIE a étudié méthodiquement, à différentes reprises, les procédés permettant de diminuer le frottement et, par conséquent, d'augmenter le rendement mécanique. C'est toute l'étude du graissage (1), d'une part, et des roulements (2), d'autre part. Lorsqu'on considère le graissage obtenu au moyen des lubrifiants liquides et demi-solides (huiles et graisses), on constate que, dans la pratique, des phénomènes de grippage se produisent fréquemment lorsque, pour une raison ou pour une autre, le lubrifiant vient à manquer au point précis où son rôle est essentiel. Le plus modeste automobiliste connaît les répercussions de ce grippage en ce qui concerne la santé des organes de son moteur. Pour lutter contre ce grave inconvénient, les techniciens sont parvenus à mettre au point une nouvelle méthode qui peut sembler paradoxale tout d'abord : elle consiste à introduire comme lubrifiant, entre les surfaces frottantes, un corps solide tel que le graphite, qui s'y maintient indéfiniment en assurant un véritable « graissage » très efficace. Un autre procédé non moins curieux consiste à utiliser, pour les organes en frottement, des métaux poreux qui retiennent de l'huile dans leur texture même. Nous présentons ici ces techniques toutes nouvelles en montrant les multiples applications qu'elles ont permis de réaliser dans les différents domaines de l'industrie.

DANS le langage courant, le terme lubrifiant ne paraît guère pouvoir s'appliquer qu'à des matières à l'état liquide ou pâteux. Des lubrifiants solides, voilà qui peut sembler singulier, l'idée qu'on se fait habituellement d'un lubrifiant étant justement celle d'une substance mobile ou molle, c'est-à-dire tout le contraire d'un matériau apparemment massif et résistant. Pourtant, certains corps solides à la température ordinaire — et qui le demeurent, d'ailleurs, pour la plupart, à des températures fort élevées — peuvent aussi jouer le rôle de lubrifiant. On pourrait citer à titre d'exemple, et sans insister autrement car leur emploi, dans ce rôle, est exceptionnel : le mica et la fleur de soufre ; ce sont, à n'en pas douter, des matières solides dans les conditions normales et même, pour le premier, aux hautes températures ; cependant, leurs propriétés lubrifiantes ne sont pas négligeables. Mais nous avons beaucoup mieux encore avec le graphite, produit toujours solide aussi, à froid et à chaud, et dont l'usage, comme lubrifiant, s'étend de jour en jour davantage ; il va nous fournir l'élément de base de notre étude d'aujourd'hui.

Le graphite, charbon pur, pour s'en tenir

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 171, page 205.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 196, page 303.

pour l'instant à cette définition grossière, est connu de tout le monde, puisqu'il entre, dans une proportion majeure, dans la composition des mines de crayon. A première vue, il ne semble en rien posséder les propriétés d'un lubrifiant. Sans doute, on peut reconnaître qu'il est assez gras au toucher, ce qui constitue déjà une indication. Dans la pratique courante, on l'utilise même quelquefois, sans trop y penser, comme lubrifiant. Bien des personnes ont chaque jour recours à un bout de mine de crayon écrasé dans les charnières d'une porte ou entre les branches d'une paire de ciseaux, pour faire disparaître des grincements désagréables ; elles font ainsi appel aux vertus lubrifiantes du graphite, dont elles apprécient la forme du lubrifiant *sec*, autrement dit de lubrifiant *solide*, propre et d'une application commode. Mais de là à supposer que le graphite peut servir à lubrifier des machines comportant des organes parfois lourdement chargés et souvent animés de grandes vitesses, il y a évidemment une marge.

Le graphite a-t-il donc quelque chose de commun avec des huiles et les graisses, seuls produits que nous sommes habitués à considérer vraiment comme des lubrifiants ? Est-il destiné à les remplacer ou à les compléter ? Son champ d'utilisation actuel est-il réelle-

ment étendu et mérite-t-il de le devenir davantage encore ? Voilà trois questions dont l'importance devient chaque jour plus grande auxquelles il est intéressant de donner une réponse ; nous allons tâcher de le faire.

Quel est le but du graissage ?

Pour bien comprendre le rôle joué par le graphite en tant que lubrifiant, il est nécessaire de préciser d'abord le but du graissage. Nous n'avons pas l'intention d'aller au fond du sujet : cela nous mènerait un peu loin. Nous chercherons simplement à rappeler, rapidement, les principes théoriques essentiels du graissage (1).

D'une façon générale, le but direct du graissage de tout organe mécanique animé est d'éviter l'usure et les détériorations par friction ; en d'autres termes, de permettre le libre jeu de cet organe. On parvient à ce résultat en quelque sorte indirectement, en substituant au frottement *immédiat* ou *sec* des surfaces métalliques en mouvement un frottement singulièrement plus

doux, au moyen d'un lubrifiant interposé entre ces surfaces. Dans la pratique, leur séparation est assurée par deux processus différents, qui se substituent l'un à l'autre suivant les variations des conditions d'utilisation, au cours d'une marche normale de l'organe *lubrifié*. Nous écartons le cas critique où la séparation des surfaces métalliques disparaît ; c'est alors l'absence de graissage, donc le retour au frottement *immédiat* qu'on veut justement empêcher, parce qu'il se traduit bientôt par l'immobilisation forcée de l'organe mécanique.

Pour fixer les idées, nous supposons que l'on emploie, comme lubrifiant, l'huile. Il en est, d'ailleurs, généralement ainsi. D'après le premier mode de graissage, cette huile forme, entre les surfaces, un *film* d'épaisseur appréciable, c'est-à-dire un véritable anneau liquide, en contact, par une de ses faces, avec l'arbre qui tourne et, par l'autre, avec le coussinet qui est immobile ; le frot-

tement se produit alors dans le sein même du lubrifiant : c'est le frottement *médiat* ; il correspond au graissage parfait, dit *visqueux*, parce qu'il s'explique par la viscosité de l'huile.

Dans le second processus, on se trouve en présence d'un film visqueux qui ne peut se maintenir, par suite d'une trop forte pression entre les surfaces. Néanmoins, le contact métal sur métal peut être encore évité, du moment que l'huile reste en couche d'un nombre limité de molécules retenues par absorption des surfaces frottantes. Il se produit, dans ces conditions, un frottement *gras*, qui résulte du graissage imparfait ou

onctueux. On peut alors définir l'onctuosité comme l'ensemble des propriétés du lubrifiant qui influent sur la résistance aux efforts de rupture de la pellicule isolante retenue par fixation, et que l'on désigne sous le nom d'*epilamen*.

En résumé, pour avoir un graissage rationnel mettant les organes à l'abri de tout incident mécanique, il faut s'attacher à obtenir la plus grande per-

manence possible du graissage parfait en employant une huile de viscosité suffisante, mais surtout en aménageant les surfaces frottantes pour donner au film d'huile une résistance maximum aux efforts qu'il doit supporter. Or, le graphite, nous le verrons tout à l'heure en détail, permet précisément, grâce à la grande onctuosité dont il est doué, de réaliser cet aménagement favorable des surfaces frottantes. A ce titre, il a donc déjà droit de figurer parmi les lubrifiants ou, plus exactement, parmi les compléments de ces derniers. Par ailleurs, son onctuosité contribue justement à assurer le graissage imparfait dans les conditions les plus sévères que l'on puisse prévoir, c'est-à-dire à satisfaire aux exigences secondes du graissage rationnel : pour cette raison, le graphite est donc en mesure de revendiquer également le nom de lubrifiant proprement dit. Son emploi tend à se généraliser de plus en plus dans différentes branches de l'industrie, comme nous le verrons tout à l'heure.

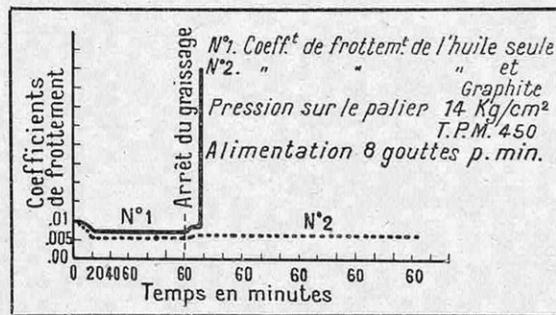


FIG. 1. — RÉSULTATS D'ESSAIS EFFECTUÉS AVEC UN MOTEUR D'AUTOMOBILE GRAISSÉ A L'HUILE ORDINAIRE ET A L'HUILE GRAPHITÉE
On voit que, lorsque l'on emploie de l'huile seule, le grippage se produit moins de dix minutes après arrêt du graissage. Avec l'huile graphitée, le coefficient de frottement augmente à peine après cet arrêt, pour garder sa valeur pendant plusieurs heures.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 171, page 205.

Qu'est-ce que le graphite ?

Maintenant que nous savons sommairement pourquoi le graphite peut faire partie de la catégorie des lubrifiants, il n'est pas inutile de fournir quelques indications sur sa nature. Dire qu'il est du charbon pur et qu'il entre dans la composition de la mine de crayon n'est vraiment pas suffisant.

Le graphite, tel qu'on le trouve dans le sol sous forme de gisements (gisements de Ceylan, de Passau en Bavière, de Buckingham au Canada, pour ne citer que les plus riches et les plus fins), est connu communément sous les noms de mine de plomb et de plombagine. C'est du carbone à l'état cristallin, mélangé avec plus ou moins de matières minérales non charbonneuses, consistant habituellement en silicates ou en oxyde de fer, parfois en mica.

Il est très difficile, pour ne pas dire impossible, d'obtenir, en partant du graphite naturel, du graphite pur débarrassé de toute substance étrangère. C'est un grave inconvénient dans le cas qui nous intéresse, ces substances étrangères étant, pour la plupart, des abrasifs, soit tout le contraire des lubrifiants. D'un autre côté, malgré l'emploi de broyeurs très perfectionnés, tels que les broyeurs à percussion, on ne peut arriver à réduire le graphite naturel à un degré de finesse tel qu'il puisse être utilisable comme lubrifiant dans des conditions réellement satisfaisantes. Il ne peut guère convenir que pour lubrifier des organes de machines à mouvement lent, où les jeux sont largement prévus ; ce ne sont pas précisément les caractéristiques de la majorité des machines modernes, qui fonctionnent à des vitesses élevées et sont très « ajustées », jusque dans leurs moindres organes.

C'est au docteur Acheson, qui, le premier, réussit à manufacturer artificiellement le carbure de silicium ou carborundum, que l'on doit la découverte du graphite artificiel présentant toutes les propriétés à exiger d'un *graphite-lubrifiant*. Ce graphite est obtenu en traitant du coke de pétrole au four électrique. Les températures extrêmement élevées mises en jeu volatilisent totalement

toutes les substances étrangères, en laissant un produit tendre, homogène, qui, aux essais, titre 99,9 % de carbone à l'état de graphite. Ce produit peut donc être considéré comme chimiquement pur et exempt d'abrasif. Par des procédés spéciaux reposant sur le phénomène de la défloculation, il est divisé en particules de dimensions ultra-microscopiques et réduit à l'état colloïdal (1). Des expériences maintes fois répétées prouvent que cet état est véritablement atteint. En effet, les particules de graphite, comme tous les colloïdes dignes de ce nom, sont chargées électriquement, participent au mouvement Brownien, passent

au travers des filtres et des séparateurs centrifuges, et restent indéfiniment en suspension dans les liquides de densité moindre.

Cette dernière propriété est des plus précieuses, car, de façon usuelle, on fait appel à un véhicule pour amener automatiquement le graphite-lubrifiant en tous les points où il peut être utile ; le véhicule normal est naturellement un liquide ; l'huile, en général, de densité inférieure à celle du graphite.

Par ailleurs, l'absence de particules volumineuses et de matières abrasives autorise l'emploi du graphite-lubrifiant dans les machines les plus délicates, où les jeux prévus sont extrêmement réduits.

Le mécanisme de la lubrification par le graphite colloïdal

Nous avons vu que le but du graissage était d'obtenir, à la place d'un frottement sec, autant que possible un frottement médiat et, à la rigueur, un frottement gras. Comme nous l'avons signalé, l'aménagement des surfaces métalliques des organes animés a, au point de vue du frottement médiat, une importance capitale. Précisons un peu ce point. Il faut que cet aménagement utilise à ses fins l'énergie superficielle des métaux, qui est précisément, comme de récents travaux l'ont montré (ceux de Hardy, en particulier), à l'origine du phénomène de frottement ; il doit procurer au film d'huile une grande facilité d'étalement sur les surfaces. Ce résultat est atteint grâce à l'onctuosité

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 146, page 119.

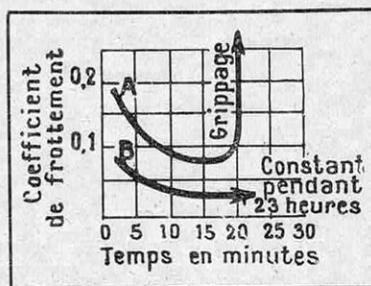


FIG. 2. — GRAPHIQUE DU FONCTIONNEMENT D'UN MOTEUR

A, courbe obtenue avec de l'huile non graphitée ; B, courbe obtenue avec de l'huile graphitée. On voit que, dans ce dernier cas, le coefficient de frottement est moitié moindre dès le début, et qu'en outre, comme dans le cas précédent, le grippage est évité.

du lubrifiant, qui caractérise sa capacité de fixation par les surfaces, autrement dit, son aptitude à former l'épilamen ; on parvient, de cette façon, à mettre à profit l'énergie superficielle des métaux pour fixer sur eux le lubrifiant, au lieu de laisser cette énergie s'exercer au détriment du glissement.

En ce qui concerne le frottement gras, la même onctuosité permet de le réaliser dans de bonnes conditions, puisqu'alors c'est l'épilamen, formé comme nous venons de l'indiquer au paragraphe précédent, qui constitue la couche de séparation entre les surfaces frottantes.

Or, le graphite, à l'état colloïdal, est facilement *adsorbé* par ces surfaces, c'est-à-dire qu'il y adhère fortement. Il donne alors naissance à une pellicule onctueuse, possédant un coefficient de frottement très faible ; cette pellicule est appelée *surface graphoïde*. Le graphite colloïdal possède donc bien les qualités d'onctuosité qui sont parmi les propriétés essentielles d'un bon lubrifiant. En pratique, on l'utilise d'ailleurs, en général, mélangé à l'huile, véhicule parfait en l'espèce. Examinons maintenant en détail le mode de formation, le rôle, la nature et les vertus des surfaces graphoïdes.

Ces surfaces sont formées lentement avec les solutions colloïdales diluées, employées habituellement dans la lubrification générale. La teneur en graphite des solutions usuelles, à l'ase d'huile ordinaire, est de 0,1 % à 0,3 %. Pour activer l'apparition des surfaces graphoïdes, on a donc intérêt dans les périodes d'assemblage et de rodage, chaque fois que la chose est possible, à se servir d'huile contenant jusqu'à 10 % de graphite colloïdal.

Quelle que soit la proportion de graphite incorporé à l'huile, il n'y a pas à craindre que les surfaces graphoïdes produisent une surépaisseur sur les parties qu'elles recouvrent. Cela tient à ce que le graphite est extrêmement adhésif plutôt que cohésif. Pour cette raison, les jeux des paliers ne sont pas affectés, pas plus que la liberté des ajustages précis n'est altérée.

Dans un autre ordre d'idées, on observe

que les surfaces graphoïdes sont « oléophiles » ; ce terme traduit assez fidèlement le fait que l'étalement de l'huile sur ces surfaces s'opère facilement, donc qu'il se produit un « mouillage » parfait. C'est l'indice que la tension superficielle entre une surface graphitée et l'huile est très faible ; ce phénomène peut être aisément mis en évidence par une expérience simple : on laisse tomber des gouttes d'huile, d'un même orifice, à la fois sur un morceau de métal propre et sur une surface métallique portant une pellicule de graphite adsorbé. En inclinant ces surfaces sous le même angle, on voit, par les gouttes qui s'écoulent le plus vite, que la surface graphoïde est plus franchement mouillée par l'huile ; on en conclut que

la tension à la surface de contact du graphite et de l'huile est plus faible qu'entre le métal et l'huile. Une telle aptitude au mouillage des surfaces frottantes a une grande importance pour une lubrification efficace, car une telle condition entrave la rupture du film d'huile, prévenant ainsi le contact direct des

surfaces et le frottement sec ou, dans les cas les moins défavorables, le frottement gras.

Les surfaces graphoïdes possèdent encore une durabilité singulière, qui provient de ce que le graphite est indestructible par le frottement, tout au moins aux températures atteintes dans les mécanismes usuels, tels que les machines thermiques, et inattaquable par les agents chimiques. Le graphite semblerait donc réaliser un lubrifiant inusable.

En pratique, il n'en est pas tout à fait ainsi ; mais il est prouvé que, si, lors du fonctionnement d'un dispositif mécanique, l'alimentation en huile est interrompue, les surfaces graphoïdes, avec leur faible coefficient de frottement, continuent à prévenir le contact métal sur métal pendant des périodes d'une longueur surprenante : c'est évidemment la preuve que leur destruction s'opère très lentement.

Des essais, effectués au *National Physical Laboratory* de Londres, ont fourni, à cet égard, des résultats concluants. Les expériences portaient sur un arbre en acier de

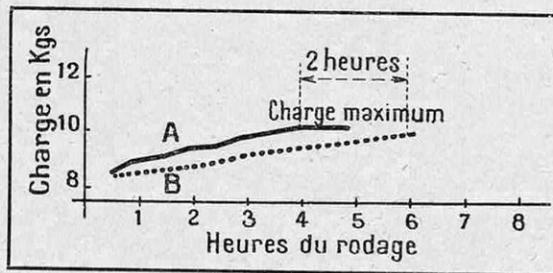


FIG. 3. — COURBES DES CHARGES D'UN MOTEUR D'AUTOMOBILE A GRANDE VITESSE

On reconnaît un gain de deux heures en faveur de l'huile graphitée. (A, courbe obtenue avec cette huile ; B, courbe obtenue avec une huile ordinaire.)

50 millimètres de diamètre tournant à 500 tours-minute dans des coussinets en métal blanc ; la pression était de 17 kg-cm². L'arbre était graissé normalement pendant quelques minutes, de façon à assurer la formation d'un film d'huile. On coupait alors l'alimentation en huile et on poursuivait l'essai jusqu'à ce que l'arbre soit sur le point de gripper. Avec l'huile non graphitée, on put constater que le coefficient de frottement commença par baisser, par suite de l'échauffement du palier ; ce coefficient s'éleva ensuite et le grippage se produisit au bout de vingt minutes. Avec l'huile graphitée, après une légère réduction du coefficient de frottement, celui-ci demeura constant pendant vingt-trois heures.

Des essais faits au même laboratoire ont démontré également que les surfaces graphoïdes permettent de réduire l'alimentation en huile au tiers de sa valeur normale, et que les huiles véhiculant du graphite colloïdal ont une température critique de 10 à 20° C plus élevée que les huiles ordinaires.

Un tel ensemble de propriétés remarquables permet de supposer que les applications du graphite colloïdal sont nombreuses et diverses. Il en est bien ainsi ; mais l'avenir nous promet que, vraisemblablement, elles se développeront beaucoup, l'industrie n'étant pas encore assez pénétrée de la valeur des nouvelles méthodes de graissage.

Quelques applications pratiques du graphite lubrifiant

C'est principalement en mélange intime avec l'huile, sous la forme colloïdale — celle qui a, jusqu'à maintenant, retenu notre attention, — que le graphite est le plus employé. Il peut, cependant, être utilisé autrement, le processus du graissage par son moyen restant néanmoins sensiblement le même. C'est ainsi que certains paliers en métal graphite peuvent être employés lorsqu'il est difficile d'assurer une lubrification convenable. Ils sont constitués, habituellement, par des alliages antifricition de composition normale, auxquels on a incorporé une proportion de graphite par un procédé comme un secret de fabrication. La difficulté est naturellement de prévenir la ségrégation du graphite, qui est plus léger que le métal.

L'usage des paliers en métal graphite a donné des résultats fort intéressants, puisqu'une réduction de l'ordre de 60 %, dans la valeur du coefficient de frottement, a pu être enregistrée.

Un gain de même importance a été constaté avec des paliers où l'on a déposé du graphite dans des rainures ou des alvéoles cylindriques et avec lesquels la lubrification devient presque inutile ; ils ont à peu près les mêmes usages que les précédents ; ils conviennent aussi pour les arbres à mouvement lent et pour les organes à mouvement intermittent ; enfin, on les rencontre dans certaines fabrications automobiles, sur les barres de direction, les commandes de freins, etc.

Venons-en maintenant aux applications du graphite colloïdal ; ce sont de beaucoup les plus importantes.

En premier lieu, il en est fait un usage considérable pendant la période de rodage des moteurs d'automobiles. Au cours de cette période, le graissage, qui doit être sans défaut, est justement des plus difficiles à assurer convenablement. Cela résulte principalement de l'état des surfaces frottantes. Ces surfaces, dans un moteur neuf, — quoique usinées et rectifiées avec grand soin, — apparaissent rugueuses et irrégulières à l'examen microscopique. Il est donc toujours à craindre que se produisent, pendant le fonctionnement, des arrachements de métal et des échauffements susceptibles d'amener, outre des usures anormales, des accidents mécaniques tels que serrages et grippages. La situation est encore compliquée du fait que l'huile subit, dans les parties supérieures du moteur, des températures très élevées et supporte de fortes pressions, qui tendent à diminuer la résistance du film et peuvent amener sa rupture.

Tant que les surfaces métalliques ne sont pas « imprégnées » de lubrifiant, il est difficile, nous l'avons vu, d'obtenir d'une huile de graissage qu'elle s'étende assez vite et régulièrement sur le métal pour maintenir la continuité du film. On comprend donc qu'il est avantageux de chercher à précipiter cette imprégnation, c'est-à-dire de recourir au graphite colloïdal qui la favorise de la façon la plus nette. Les surfaces graphoïdes se forment sur les parois des cylindres, des paliers, etc., et les avantages résultant de leur existence apparaissent : étalement rapide du film d'huile et graissage onctueux, en cas de rupture de ce film, en dépit même des hautes températures subies par certains organes. Par ailleurs, très adhérentes et insensibles à l'action solvante des carburants, elles constituent une véritable « peau de graphite », qui ne peut être éliminée que par usure du métal lui-même : la pellicule protectrice acquise durant

le rodage se conserve donc longtemps par la suite. Rien n'empêche, d'ailleurs, de lubrifier le moteur, en cours de service normal, avec une huile graphitée : on ne peut qu'y gagner, les surfaces graphoïdes se maintenant toujours intactes.

Le graphite colloïdal n'intéresse d'ailleurs pas que l'usager de l'automobile ; le constructeur peut l'employer aussi avec fruit. L'expérience a montré, dans une importante usine d'automobiles, qu'il fallait, grâce à ce produit, 5,2 % moins de temps pour le rodage des moteurs sur le banc d'essai, tandis qu'on enregistrait une réduction de 8,6 % de la charge au départ.

Pour le rodage et l'usage courant de la plupart des machines, les lubrifiants (huiles ou graisses) renfermant du graphite colloïdal ne sont pas moins utiles que dans les moteurs d'automobiles, qui eux, toutefois, exigent exclusivement de l'huile. Ils ont une valeur particulière dans les machines soumises à un travail pénible, où s'exercent de fortes pressions. Ces cas comprennent les laminoirs à cage utilisés dans l'industrie de l'acier, les machines de cimenterie, les broyeurs, les machines employées dans les mines et les carrières, les transmissions à chaînes, les engrenages réducteurs, paliers d'arbre de couche des hélices de navires, etc. De même, les dispositifs mécaniques opérant à des températures élevées s'accommodent fort bien d'un graissage au moyen de lubrifiants graphites ; c'est le cas, notamment, des chaînes de fours, des machines de verrerie, des wagonnets de fours, etc., dans lesquels les huiles ordinaires carbonisent rapidement en laissant un résidu graisseux de coke, qui joue un rôle plutôt abrasif que lubrifiant.

Citons encore les machines à vapeur et les compresseurs. Avec les premières, la réduction de l'alimentation en huile, rendue possible par la présence de graphite colloïdal, s'oppose au passage d'une quantité excessive d'huile dans les chaudières, réduisant l'insécurité qui accompagne l'existence de composés du pétrole dans les tubes de chaudières. Dans les compresseurs, des dépôts de charbon sont pratiquement éliminés, permettant un mouvement plus libre des soupapes, des segments de pistons, etc.

Enfin, les huiles et les graisses à base de graphite colloïdal ont de nombreuses applications spéciales que nous ne pouvons examiner longuement ici, faute de place. Retenons simplement que les pièces de postes de T. S. F., les dispositifs avertisseurs contre l'incendie, les systèmes de signalisation et

autres équipements qui ne sont pas soumis à des visites fréquentes, sont avantageusement lubrifiés avec des produits graphités, qui contribuent à assurer leur fonctionnement pendant une longue période.

Une variante des lubrifiants solides : l'« Oilite »

On peut rapprocher dans une certaine mesure des lubrifiants solides une matière composite, d'origine américaine, dont l'emploi commence à se répandre dans diverses industries : c'est l'« oilite ». Cette matière ne joue pas absolument le rôle d'un lubrifiant solide, mais elle lui est apparentée, tout au moins par deux points : le graphite entre dans sa composition et elle permet de réaliser des coussinets auto-lubrifiants.

L'« oilite » est un bronze d'un genre très particulier, constitué par du cuivre, de l'étain et du graphite. Ces trois substances sont réduites en poudre extrêmement fine, mélangées dans une proportion bien déterminée, puis agglomérées sous l'effet d'une très forte pression et d'un traitement thermique approprié ; enfin, la matière est imprégnée d'huile et l'on constate qu'elle retient environ 35 % de ce liquide, cette teneur étant exprimée en volumes. On obtient finalement, une sorte d'éponge métallique contenant dans sa masse le lubrifiant qui sera utilisé par la suite, en cours de service, pour éviter le frottement médiat. Bien entendu, l'« oilite » peut servir à la réalisation de coussinets lubrifiés par les moyens ordinaires, par un apport étranger de lubrifiant ; mais cette matière peut aussi être employée sous forme de dispositifs dépourvus de tout système de graissage. C'est ainsi que, dans ce dernier cas, des coussinets de magnétos se sont révélés très durables et que diverses expériences ont montré que l'on pouvait faire décrire à un arbre normalement chargé, 75 millions de tours sans apport d'huile, celle qui est contenue dans le coussinet à son origine suffisant à assurer le fonctionnement normal du mécanisme.

A l'heure actuelle, l'« oilite » trouve des applications dans l'industrie automobile, pour la fabrication de divers coussinets, de dampers amortisseurs de vibrations, d'entrelames de ressorts de suspension, etc. On rencontre aussi l'« oilite » dans certaines machines pour l'industrie textile, dans des appareils de manutention, des machines à laver, des machines agricoles, etc. Cette variété des utilisations de l'« oilite » laisse prévoir, pour ce matériau nouveau, un bel avenir.

HENRY TINARD.

MAINTENANT, LA SCIENCE SAIT DÉTERMINER LES BESOINS DU SOL EN PRINCIPES FERTILISANTS

Par L. THÉRON

Nul n'ignore l'importance économique mondiale des engrais chimiques, qui ont permis d'augmenter le « rendement » agricole dans de très fortes proportions. Mais si l'usage de ces engrais est aujourd'hui universellement répandu, leur emploi se fait encore, le plus souvent, sans esprit scientifique et d'une manière incroyablement empirique. Or, pour améliorer un sol, il ne s'agit pas simplement de lui fournir des principes fertilisants en quantité quelconque et, pour ainsi dire, au hasard. Il faut, au contraire, doser exactement ce qui lui manque pour pouvoir le lui procurer en quantité suffisante et sans excès. Il y a là, simultanément, rationalisation et économie. Ce dosage est beaucoup plus complexe et minutieux qu'on le suppose parfois. La simple composition chimique du sol ne suffit pas, en effet, à nous l'indiquer. À côté de cette analyse chimique, un autre facteur intervient assez mal défini, du reste. C'est le phénomène de l'assimilabilité des différents constituants du sol par les différentes plantes. L'auteur expose ici les méthodes physiques, chimiques et physiologiques les plus nouvelles qui ont permis de résoudre — tout au moins partiellement — ce délicat problème de la fertilisation. On y verra quel rôle la science joue dans l'agriculture moderne, qui, grâce aux savants agronomes, a fait appel à l'expérimentation et triomphé définitivement de l'empirisme.

Le sol et la plante

LE problème le plus complexe que les chimistes-agronomes aient eu à résoudre, et qui est en même temps à la base de toute la science agronomique, est celui de la connaissance des sols (1).

Pendant très longtemps, le sol fut considéré comme un milieu parfaitement inerte dont le rôle se bornait « à maintenir les plantes droites et à les protéger contre le froid ou le chaud excessifs ». Pour expliquer la nutrition des végétaux, on faisait appel à des théories de génération spontanée ou de caractère vitaliste.

Pourtant, quelques esprits lumineux avaient observé, dès avant que la science fût appliquée à l'agriculture, que l'emploi des cendres de végétaux apportent des éléments de fertilité et que certaines cultures améliorent le sol (Virgile).

Après avoir longtemps cru que l'eau était le seul aliment des plantes, on essaya, au

(1) D'après la définition classique donnée par M. Demolon, le sol est la formation naturelle de surface, à structure meuble et d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche mère sous-jacente (qui peut être de formation meuble) sous l'influence des divers processus physiques, chimiques et biologiques.

Les sols agricoles sont le résultat des transformations successives par l'homme des sols naturels (façons culturales, engrais, etc.).

xvii^e siècle, d'expliquer la croissance des plantes par la présence du fameux « principe de végétation », sur la nature exacte duquel on était cependant loin d'être d'accord. On avait reconnu qu'un certain nombre d'« éléments » : eau, nitre (salpêtre), air, feu, terre, possédaient une action sur la croissance des végétaux, et c'est à l'un ou l'autre de ces « éléments », mais surtout au nitre, que l'on attribuait la qualité de véritable principe de végétation. C'est seulement à la fin du xviii^e siècle que l'on démontra irréfutablement que l'alimentation des plantes ne se compose pas d'un seul élément, mais de plusieurs.

La science progressa ainsi lentement, traînant encore après elle la vieille théorie de l'« humus », substance organique résultant de la décomposition des résidus végétaux et animaux du sol, devant à elle seule assurer sa fertilité. C'est à une élite de physiologistes et de chimistes (Nicolas de Saussure, Bous-singault, Mathieu de Dombasle, G. Ville, etc.) que revient l'honneur d'avoir établi les fondements de l'agronomie moderne.

Enfin, vers 1850, à la suite des progrès de la chimie minérale (systèmes de Lavoisier), on reconnut la théorie de l'alimentation minérale qui fut magistralement élaborée et affirmée par Liebig ; les végétaux n'ont

pas besoin de matière organique, mais seulement des sels minéraux pour assurer leur nutrition. Cette théorie révéla cependant peu à peu son excessif exclusivisme, et on arriva à la théorie moderne qui fait intervenir la biologie (microbes, diastases) et qui conçoit le sol comme un milieu vivant, véritable laboratoire où entrent en jeu les matières organiques et minérales, dont les transformations multiples sont dues aux réactions chimiques et à l'action des micro-organismes.

Le sol, en plus de son rôle de support, constitue donc, avec l'air, le milieu « nourricier » du végétal se développant avec le concours des facteurs eau, lumière et chaleur. Cultivées dans les terrains les plus divers, les plantes renferment toutes dans leurs tissus des substances minérales qu'on retrouve toujours par l'analyse des cendres. Pour une même espèce végétale, la nature de ces substances ne varie pas.

Tous les éléments minéraux provenant du sol, on conçoit dès lors que la composition des sols se trouve modifiée après les récoltes, et qu'il convient pratiquement de fournir au sol ce qu'on lui enlève sous forme de matière végétale (loi de restitution). Il convient également de lui restituer des éléments organiques (nécessaires à la vie microbienne et aux phénomènes physico-chimiques du sol), sinon on s'achemine vers un appauvrissement graduel du sol, qui a pour effet la médiocrité des rendements.

L'analyse du sol est à la base de l'emploi des engrais chimiques

La lenteur des progrès réalisés sur la connaissance des sols et le mécanisme de la nutrition des plantes entraînent une période de stagnation en ce qui concerne les moyens d'apprécier les degrés de fertilité. Pourtant, le praticien, depuis la mise en application des éléments fertilisants apportés au sol sous forme d'engrais, était plus que jamais désireux de connaître les ressources de ses champs. Par l'observation directe de certains indices de végétation, par les excédents de récolte obtenus à la suite de l'apport de tel ou tel principe fertilisant, il pouvait bien s'en faire une idée approchée, mais ces moyens n'étaient-ils pas insuffisants et susceptibles peut-être d'erreurs grossières? Ne lui fallait-il pas un guide plus précis capable de fournir un « diagnostic » sur l'état de productivité de sa terre? Comment assurer, sans renseignements assez sûrs, cet équilibre chimique sans lequel la nutrition des végétaux était compromise. D'ailleurs, lorsque l'emploi des

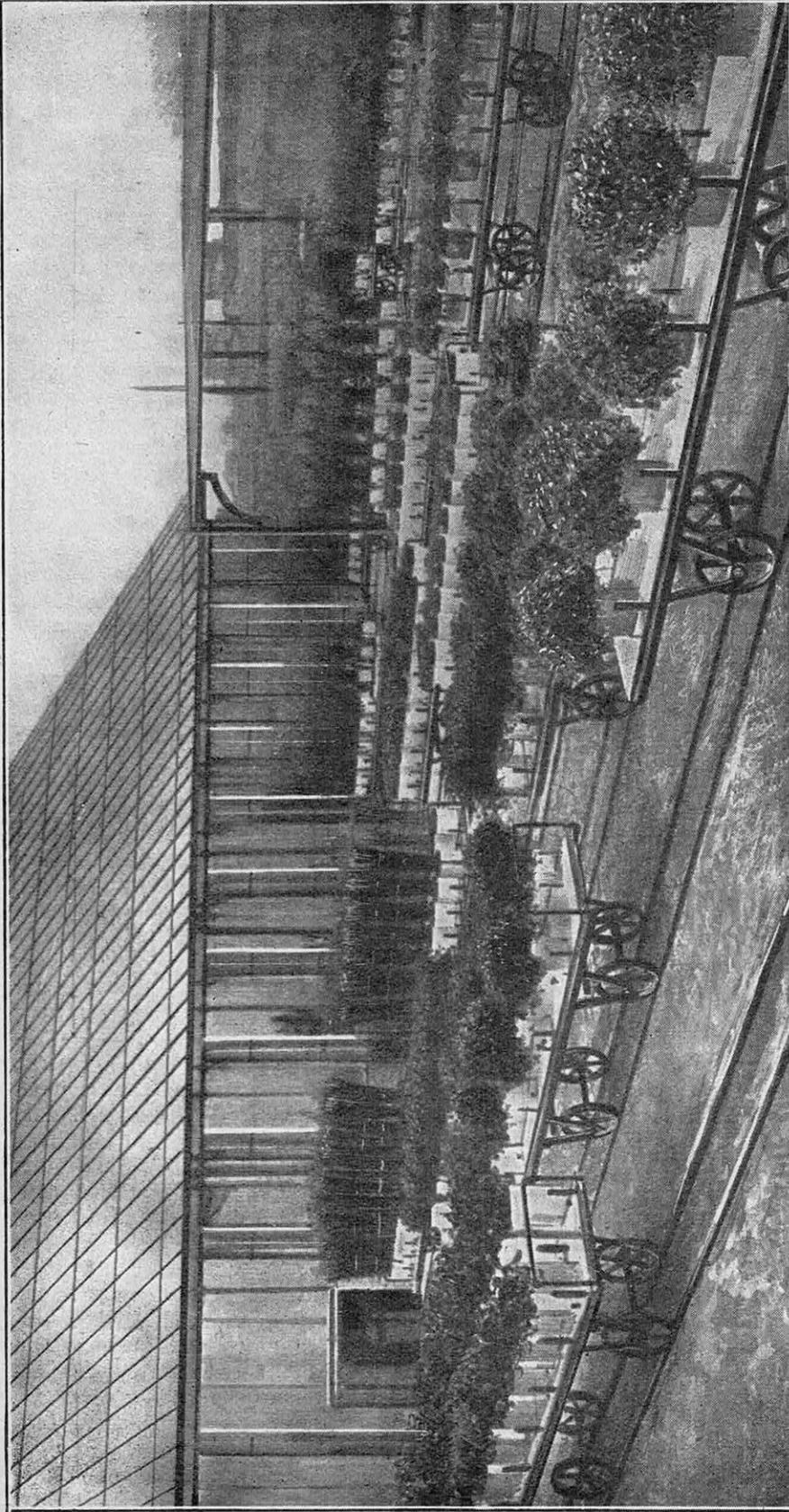
engrais commença à se répandre, l'agriculteur s'aperçut qu'il fallait, pour soutenir la concurrence, non plus opérer de simples restitutions au sol (compensant tout juste l'exportation des récoltes et les pertes par les eaux de drainage), mais bien lui apporter la somme de principes nutritifs correspondant à l'augmentation de rendement qu'il souhaitait d'obtenir.

Enfin, et les progrès de la science venaient encore compliquer le problème, on démontra que ce n'est pas tant le stock total de matériaux nutritifs existant dans le sol qui importe pour la production, mais bien une partie relativement faible qu'on nomme « assimilable », c'est-à-dire susceptible d'être utilisée par les plantes dès que celles-ci en ont besoin.

Qu'est-ce que l'assimilabilité?

Nous avons vu que, sous l'influence des agents chimiques et mécaniques, il se constitue dans les sols un capital nutritif brut, produit de la désagrégation de la roche mère et de l'accumulation des matières organiques. La terre arable renferme, en proportion considérable, peut-on dire, par rapport aux faibles besoins des cultures, les matériaux nutritifs nécessaires à l'alimentation végétale (acide phosphorique, potasse, oxydes métalliques divers). Malheureusement, ce capital nutritif important constitue comme une réserve : il n'est pas tel quel utilisable par les plantes. Il faut qu'il subisse une série de transformations d'ordres physique, chimique et biologique, qui aboutissent à la formation de produits simplifiés « assimilables par les racines ». C'est ainsi qu'ont lieu les cycles du carbone (décomposition de la matière organique), de l'azote (ammonification, nitrification). Ces transformations, donnant naissance à des substances assimilables, ne se produisent que bien lentement et souvent irrégulièrement, suivant la nature des sols ; on conçoit que leur production soit rarement suffisante pour compenser les prélèvements, de plus en plus massifs, faits par les récoltes sous l'influence de l'industrialisation de l'agriculture.

Aussi apparaissait-il d'autant plus précieux, dans les milieux agricoles, de connaître la somme d'éléments utiles contenus dans les sols et de pouvoir suivre, parallèlement aux récoltes, les phases d'appauvrissement, les déficiences alimentaires créées par l'exportation massive d'éléments nutritifs, et cela en donnant le « coup de sonde » magique de l'analyse chimique !



POUR DÉTERMINER SCIENTIFIQUEMENT LES CONDITIONS OPTIMA POUR LE DÉVELOPPEMENT DES VÉGÉTAUX, IL FAUT OPÉRER AVEC PRÉCISION ET MÉTHODE. VOICI DES EXPÉRIENCES DÉLICATES ET PROLONGÉES POURSUIVIES EN SUISSE

On procède, à l'Institut de Chimie agricole de Lieberfeld, près de Berne, à l'étude de la croissance des végétaux, dans les conditions les plus variées. De multiples pots de végétation sont portés par de petits chariots afin de pouvoir être rapidement mis en serre ou à l'air libre, à des températures et degrés hygrométriques, etc., exactement déterminés. On fait varier, dans chacun de ces chariots, la nature du « sol » et sa composition, afin de pouvoir suivre méthodiquement les résultats obtenus et, par suite, les répercussions que certaines variables peuvent apporter à la croissance des plantes. C'est une application à l'agriculture des méthodes scientifiques modernes qui, basées sur les principes de la logique cartésienne, ont fait leur preuve au laboratoire avant de passer dans l'industrie.

C'est vers 1890 que les premières méthodes analytiques furent adoptées par le comité consultatif des stations agronomiques.

L'analyse des sols, malgré l'imperfection de ses moyens d'investigation, a rendu d'incontestables services dans la technique de la fertilisation, et cela au fur et à mesure que se multipliaient les comparaisons entre les résultats analytiques et l'observation culturale.

Mais les méthodes d'analyse employées apparurent vite comme reposant sur des bases trop exclusivement chimiques : les matières considérées comme substances nutritives étaient-elles toutes utilisables par les plantes ? Y avait-il une relation entre cette extraction énergique, fournissant le stock alimentaire total, et l'assimilation de ce dernier par le végétal ?

Les agronomes étaient d'accord pour reconnaître que l'analyse chimique ne peut donner de renseignements vraiment intéressants que si l'on emploie un dissolvant qui corresponde, par ses propriétés physiques et chimiques, à la solution utilisée par les plantes comme dissolvant.

De nombreux savants s'appliquèrent à la recherche de ce dissolvant idéal, qui représenterait le mieux les conditions naturelles de mise en liberté des particules nutritives, dont les combinaisons peuvent présenter les degrés les plus variables de solubilité.

Mais pourra-t-on jamais reproduire exactement au laboratoire les facteurs du travail chimique et biologique qui s'effectue dans le sol ? La nature ou les causes des phénomènes qui s'y déroulent nous échappent souvent encore. On ne saurait copier ainsi au laboratoire, dans le but de traduire par des chiffres la richesse d'un sol, le travail que la nature met des années à accomplir !

Il y a là un problème qui ne semble pas pouvoir être résolu avant longtemps.

L'extrême variabilité des facteurs naturels de réaction, les transformations incessantes qui s'opèrent dans ce milieu vivant encore plein de mystère, suffisent à donner une idée de la complexité des questions d'agronomie analytique soulevées pour l'appréciation de la fertilité.

Ce sont sur des données physiologiques que l'on s'efforce de plus en plus à faire reposer les nouvelles méthodes d'analyse. Leur mise au point constitue, à notre avis, une étape importante vers la solution du grand problème agronomique, depuis si longtemps posé et que la science du sol arrivera à résoudre, souhaitons-le, d'une manière satisfaisante dans ses applications pratiques.

Les méthodes modernes d'analyse des sols

Les méthodes d'analyse actuellement employées et que nous allons simplement énumérer ici représentent, pour la plupart, non seulement des instruments de travail, très précieux pour organiser et consolider le gigantesque édifice de la science du sol, mais aussi des moyens d'investigation susceptibles de fournir, dans bien des cas, aux agriculteurs des indications pratiques immédiates de grande valeur.

On peut classer ces méthodes de la manière suivante : méthodes purement chimiques et méthodes chimico-physiologiques ; méthodes purement physiologiques ; méthodes bactériologiques ; méthodes diagnostiques.

Parmi les méthodes chimiques, on comprend celles qui font usage, pour l'extraction des éléments fertilisants, de solvants très énergiques (tels que l'acide chlorhydrique à chaud), très faibles (tels que les acides faibles comme l'acide citrique ou acétique) ou très dilués (tels que l'acide nitrique à très faible concentration).

Les procédés aux acides forts sont apparus absolument incapables de donner une idée exacte des éléments nutritifs rapidement utilisables par les plantes, tandis que les procédés aux acides faibles sont susceptibles de donner des renseignements de valeur dans des conditions bien déterminées.

L'emploi de solvants encore plus faibles (eau pure, eau carbonique, eau bicarbonatée) peut donner aussi d'utiles indications, et pour la pratique, et pour la recherche.

La méthode des plantules en germination (méthode Meubauer), fondée sur le pouvoir d'assimilation des principes fertilisants par les plantes en première période de croissance, se rattache aux méthodes chimiques, bien qu'à première vue elle semble apparentée aux méthodes physiologiques. Elle consiste à laisser végéter, pendant un temps déterminé, un grand nombre de plantules dans une certaine quantité de la terre soumise à l'examen, et à déterminer par l'analyse les gains de ces plantules en acide phosphorique et potasse. Les chiffres trouvés subissent une correction obtenue par un essai-témoin. Cette méthode originale a soulevé, tant par sa nouveauté que par son caractère original, les critiques les plus diverses. Il faut remarquer que les plantules sont mises en œuvre au même titre qu'un autre dissolvant des éléments solubles du sol. « On emploie ce procédé de la même façon que le chimiste, qui doit d'abord sépa-

rer l'élément à doser de la masse de substance à analyser. » (1).

Les méthodes physiologiques

Dans les *méthodes physiologiques*, on se rapproche au maximum des conditions naturelles, en ce sens qu'on ne fait intervenir que le végétal comme moyen d'observation.

La plupart de ces méthodes reposent sur l'expérimentation directe : champs d'expériences, essais en vases de végétation. Ici, la plante est placée dans son milieu naturel et subit toutes les influences qui concourent à son développement. On ne fait, en somme, qu'adopter un vieil aphorisme agronomique, que l'on traduit de façon courante et banale en disant que « la plante est le reflet du sol !... » (Cette explication, assez joliment métaphorique, est loin de posséder un caractère si absolu d'exactitude.) Dans l'expérimentation culturale, on observe comment se comporte le végétal vis-à-vis de fumures déterminées.

La corrélation qui se manifeste entre l'apport d'éléments fertilisants et les rendements permet de déterminer, par des calculs appropriés, les déficiences alimentaires et, partant, les besoins des sols.

Les techniques qui permettent, au moyen de l'expérimentation culturale, de se rapprocher le plus de la réalité pour l'évaluation exacte de ces besoins sont loin encore d'être parfaites. La plus récente est celle du professeur Mittscherlich, qui repose sur les lois physiologiques des facteurs de croissance qui influencent le rendement des récoltes. La méthode du professeur allemand, bien que très critiquée — elle prétend résoudre la question à l'aide de formules mathématiques — marque cependant une étape dans le problème de l'évaluation des besoins des sols. Cette méthode va à l'encontre de la conception de la loi du minimum établie par Liebig. (*Technique des fumures incomplètes.*)

Les *méthodes bactériologiques*, d'application récente, se servent de microorganismes exigeants en certains éléments nutritifs et dont le développement ou l'affaiblissement dans un sol donné déterminent les besoins de ce dernier : une carence alimentaire qui empêche ou qui restreint la prolifération de certains germes peut être mise en évidence pour le sol qui leur sert de milieu. (Expériences récentes de M. Guittonneau, directeur de la Station centrale de microbiologie agricole, I. R. A.)

Les *méthodes diagnostiques* sont fondées

(1) BARBIER : *Annuaire Société Agronomique 1929.*

sur l'observation des plantes et une symptomatologie de certaines carences alimentaires.

Parmi celles-ci, nous citerons le « diagnostic foliaire » de MM. Lagattu et Maume (de Montpellier), procédé original bien propre à séduire le chimiste biologiste et qui consiste à déterminer la série des états chimiques d'une feuille prise en place, convenablement choisie. Encore en pleine période constructive, ce procédé est plein de promesses et permettra, en dehors d'applications pratiques certaines, d'énoncer peut-être de nouveaux principes de physiologie végétale, qui pourront ouvrir à notre agronomie, nous l'espérons, des voies nouvelles et fécondes.

Quelle est la valeur pratique des analyses de sols ?

Outre leur utilisation pour l'étude scientifique des sols, les méthodes d'analyse mises en œuvre par les laboratoires du ministère de l'Agriculture, sont à même de donner, dans certaines conditions, des directives précieuses pour l'agriculture. Est-ce à dire que le praticien, avec une analyse en poche, puisse systématiquement, dans tous les cas, obtenir des renseignements exacts et précis sur les besoins de sa terre en principes fertilisants ?

Malheureusement non : la principale difficulté réside dans l'interprétation des résultats qui est singulièrement délicate, étant donné la complexité des facteurs qui la conditionnent.

Nous avons dit un mot de ces derniers à propos de la question de l'assimilabilité. Les actions physiques, chimiques et biologiques qui s'effectuent dans le sol sont largement sous la dépendance des conditions météorologiques.

Il importe aussi de ne pas confondre la *productivité d'une terre d'après sa teneur en principes fertilisants* (but des analyses courantes de sols) avec sa *productivité réelle (ou mieux actuelle)*, qui dépend des conditions météorologiques (humidité, température, etc.) et de divers autres facteurs (façons culturales, adaptation de l'espèce cultivée, etc.), productivité difficile à apprécier rapidement !

C'est ici qu'interviennent les méthodes purement physiologiques qui fournissent des indications sur « les besoins des plantes », mais non pas d'une façon pratique sur les besoins des sols ! Nous disons d'une façon pratique, car les méthodes physiologiques sont très longues et les résultats qu'elles don-

nent pour les besoins des sols acquièrent une valeur au bout d'un temps relativement long.

L'agronome est donc amené, pour pouvoir tirer d'utiles conclusions sur la fertilité réelle d'un sol, à étudier préalablement ce dernier à deux points de vue : géologie et pédologie (formation, milieu physico-chimique et activité biologique du sol, *génératrice des principes assimilables*). En outre, il aura à faire intervenir la question très importante de l'espèce cultivée (adaptation).

Ainsi que le dit fort bien M. Bordas, l'éminent directeur de la Station de Recherches agronomiques d'Avignon, « il faudra que l'agronome, qui devra, en quelque sorte, jouer le rôle de médecin chargé de redonner la santé au malade, fasse un *examen approfondi et sur place*, afin de rassembler toute la documentation préalable qui met en jeu les facteurs de l'alimentation végétale, tâche très longue et ardue, puisque les recherches agronomiques ont justement pour but de procéder à l'étude de ces facteurs ».

Si le chimiste ne possède pas, au préalable une documentation suffisante sur le sol qu'on vient simplement — sous forme d'un échantillon (souvent prélevé dans des conditions défectueuses) — soumettre à son examen, il lui sera très difficile, parfois impossible, de fournir au praticien des renseignements vraiment utiles. Tout au plus pourra-t-il affirmer que le « sol cultural » a besoin de beaucoup, de peu, ou de pas du tout de tel élément recherché dans la « substance sol » qu'on lui apporte.

Comment choisir les engrais ?

Quoi qu'il en soit, les suggestions fournies par l'analyse sur la fertilité du sol doivent largement servir à guider l'agriculteur pour un emploi plus raisonné des engrais. Il ne suffit pas qu'il sache que son terrain réclame beaucoup de phosphates, de potasse ou de chaux ; encore faut-il connaître le bien-fondé de leur emploi dans des cas déterminés. Un engrais n'est pas une substance à effet magique ; il doit être manié d'après des indications compétentes. Sinon, il peut devenir un danger cultural. Les modifications qu'il va provoquer dans le sol, dans l'assimilation de la plante, etc., suffisent à faire entrevoir la nécessité d'être circonspect.

L'analyse physique (perméabilité, pouvoir absorbant) et chimique (dosage des éléments présumés assimilables) pourra jouer ici un rôle de première importance. Dans un sol perméable à l'excès, on s'abstiendra de faire des apports inconsidérés de sels solubles, mal retenus par le pouvoir absorbant du sol

(qui peut être faible) et vite éliminés dans les eaux de drainage. Des apports d'engrais riches en chaux ne seront pas à conseiller dans des sols n'ayant pas une réserve organique suffisante (à moins de corriger cette déficience en humus)...

L'analyse chimique d'un sol permettra l'adaptation de certaines cultures. Par exemple, le dosage du calcaire d'un sol donnera d'utiles indications sur le choix d'un porte-greffe pour la vigne.

De même, l'agriculteur n'ira pas, dans un sol que l'analyse aura montré acide ou menaçant de le devenir, incorporer dans ce sol des engrais acidifiants, qui aggraveraient le mal, mais cherchera à remédier à cet état défavorable à la végétation (à l'exception de quelques cultures), par l'emploi d'amendements calcaires.

L'analyse chimique peut, en outre des éléments nutritifs fondamentaux (azote, potasse, acide phosphorique) à la détermination desquels se bornent les analyses courantes, faire ressortir la déficience dans les sols de certaines substances, qui, à l'état de traces, interviennent dans tous les phénomènes chimiques et biologiques qui concourent au développement du végétal. Parmi ces « infiniment petits » chimiques, nous citerons le manganèse, dont l'insuffisance, ou l'état défavorable sous lequel il peut se trouver dans le sol, suffirait, d'après les théories récentes de la catalyse biochimique et des expériences de physiologie végétale, à comprendre ces fléchissements de rendements demeurés jusqu'ici inexplicables (la richesse des sols étant satisfaisante), ou certains accidents pathologiques de cultures, dont l'origine est encore bien confuse (déperissements d'arbres, états chlorotiques, etc.).

L'analyse des sols peut donc être très profitable à l'agriculture. Souhaitons que, comprenant tout le parti qu'il peut en tirer, il s'efforce d'apporter à l'agronome le maximum de renseignements d'ordre cultural susceptibles de fournir aux résultats obtenus au laboratoire une valeur interprétative satisfaisante. Là encore, la pratique agricole doit rester en liaison constante avec l'agronomie. Mieux celle-ci connaîtra le mécanisme exact des phénomènes qui s'opèrent dans le sol, et plus celle-là tendra à devenir une science exacte industrialisée. En agriculture, comme dans les autres domaines de la pratique, l'application des principes scientifiques à la rationalisation de la production se traduit toujours par une augmentation du rendement.

L. THÉROND.

C'EST PAR L'INDUSTRIE DU FROID QUE LA PÊCHE MARITIME REPRENDRA SON ESSOR

Par Charles BRACHET

Le problème économique de la pêche maritime présente un aspect assez particulier, du fait que le poisson est une denrée essentiellement périssable. Quand la pêche a été fructueuse, le marché du jour ne peut pas l'absorber entièrement, et les cours s'effondrent, si bien que l'abondance est pour le pêcheur une calamité aussi grande que la disette. Nous sommes habitués, depuis quelque temps, à de tels paradoxes. Le seul remède à cette situation angoissante consiste à « stocker » l'excédent. Mais ce stockage n'est possible que si l'on possède un moyen technique de conserver le poisson. Là encore, la science a répondu à notre appel. Jusqu'à présent, nous n'avions, en effet, à notre disposition que des méthodes insuffisantes, imparfaites parce qu'empiriques (salage, fumage, conservation dans la glace fondante). Or, le seul procédé efficace, parce que scientifique, c'est le froid poussé jusqu'à la température de -15° , le poisson étant congelé, comme on dit, « à cœur », encore vivant. On conçoit les difficultés que les techniciens ont éprouvé pour réaliser ce programme. Aussi voyons-nous avec admiration les nouveaux chalutiers congélateurs, récemment construits, véritables usines frigorifiques flottantes, qui ont permis de résoudre la plupart des problèmes. Cette magnifique industrie nationale de la pêche maritime en sera ainsi rénovée pour le plus grand profit du producteur comme du consommateur.

LA crise universelle peut se traduire en deux mots : devant les richesses inépuisables que l'industrie met à sa disposition, l'humanité ne sait plus organiser sa consommation et il existe simultanément, dans la plupart des pays, des « chômeurs » et des « marcheurs de la faim ». Situation paradoxale au suprême degré. Mais que dire du défaut d'organisation qui empêche le consommateur de puiser à discrétion dans cette réserve colossale de vivres que représente la mer ?

Le problème économique du poisson

La crise de la pêche est d'un aspect tout particulier. On voit beaucoup trop souvent jeter à la voirie des tonnes de poisson que le marché du jour ne peut absorber et que le marché du lendemain ou du surlendemain absorberait peut-être, et cependant les armateurs à la pêche étendent de plus en plus leur rayon d'action. Les morutiers s'en vont jusqu'au Groenland ; les langoustiers jusqu'aux côtes de Mauritanie, et parfois la sardine, le maquereau, viennent eux-mêmes à désertter les côtes de Bretagne. En un mot, rien n'est plus capricieux que les fluctuations de l'industrie de la pêche. Cette industrie attend un volant « régulateur » d'ordre technique, — la question écono-

mique étant réservée, puisqu'elle domine aujourd'hui toute l'industrie.

Ce régulateur n'est autre que le moyen de « stocker » le poisson, afin de parer aux fluctuations de la pêche et les adapter au marché, celui-ci devant être d'autant plus intense qu'il sera plus régulier. L'habitude est, en effet, l'un des facteurs psychologiques les plus efficaces du côté de l'acheteur. Nous avons perdu l'habitude de manger de la baleine. Cette habitude cependant, que les esquimaux conservent de leur mieux (un film récent nous l'a rappelé), nous l'avions au moyen âge. Nous, c'est-à-dire la France. Quand les baleines fréquentaient, en troupeaux denses, le golfe de Gascogne, leur chair dûment fumée figurait régulièrement sur les marchés de l'hinterland européen. Je ne sais ce qu'en valait le goût. Bornons-nous à constater que personne ne réclame plus de la baleine. C'est que la baleine, pourchassée, a remonté vers le nord et que la pêche moderne la remplace avantageusement par la morue, tandis que les baleiniers préfèrent stocker leurs prises à leur bord par un traitement direct : un baleinier moderne est un fondeur, une véritable usine flottante.

Le salage permet de stocker la morue à bord des terre-neuvas. Mais on a calculé

que, sur 1.875 tonnes de poisson frais recueilli, il n'en débarque guère que 325 salées. Le reste est rejeté à la mer ; c'est le « faux poisson ». La morue utilisable par la technique de la salure dépend, en effet, d'un minimum de « standardisation », d'une sorte de format moyen.

Que dire des espèces moins volumineuses ? Si l'ânon (haddock), le fletan (halibut), le hareng (kippers), peuvent être stockés par « saurissage » (ce qui donne le *stock-fish*), on ne saurait appliquer ce procédé ni au thon, ni à la sardine, ni à l'anchois, qui devront être marinés dans l'huile. Et cette opération ne peut plus s'effectuer à bord du navire de pêche ; il y faut des usines côtières que le bateau doit rallier dans un minimum de temps, — ce qui réduit énormément le rayon de pêche. La langouste peut être ramenée de très loin, parce qu'elle survit dans les cales transformées en viviers. Mais tout le reste, toute l'immense variété des poissons comestibles que nous offre la mer, à la seule condition de le manger frais, car il ne supporte pas la conserve, tout le reste, la consommation ne pourra l'attendre que des pêcheurs riverains du territoire national — et le bar, le turbot, le colin, le merlan, l'éperlan, que sais-je encore ! feront figure sinon de produits de luxe, du moins de denrées sur lesquelles il serait vain de compter à l'égal du bifteck quotidien. Voyez-vous le boucher modifier ses prix ou son débit quand une tempête d'une semaine sévirait sur l'Europe occidentale, ou jetant ses gigots à la voirie quand le temps persisterait au « beau fixe » durant un mois ? C'est pourtant ce qui arrive à la marée fraîche ; son approvisionnement et ses prix sont fonction de la pêche, qui dépend elle-même du temps et... de la chance, voire des caprices du poisson dont les « bancs » sont essentiellement mobiles, — à la différence des bancs d'huîtres. Et, précisément, la fixité de leurs « bancs », leur récolte régulière, joints à la commodité inhérente au transport des coquillages, boîtes de conserve toutes préparées par la nature, ne sont-elles pas les facteurs essentiels de la prospérité et de la régularité du commerce des huîtres ?

Trouvez un moyen technique d'assurer les mêmes commodités de conservation en état de fraîcheur à l'ensemble des récoltes dont la mer nous offre les possibilités, et vous verrez le poisson se diffuser sur les marchés continentaux, avec un choix que ne pouvaient, certes, soupçonner les consommateurs médiévaux de la baleine fumée, mais qui, probablement, concurrencerait

bientôt tous les *stock-fisch* du monde, depuis le haddock, trop souvent « fumé » aux produits chimiques, jusqu'à la sacro-sainte morue du carême, dont la salure équivaut trop souvent à une défense de manger.

De plus, des espèces très fines, encore inconnues des gourmets parce qu'elles vivent loin de tout consommateur, sur les côtes d'Afrique, par exemple, apparaîtront sur votre table. Alors seulement, on se rendra un compte exact des facultés nourricières de la mer. On ne parlera plus de « dépeuplement » ; on pourra suivre le poisson dans ses migrations, dont les lois, les périodes et les aires géographiques sont également objets de science (que l'Office des Pêches a pour mission de tirer au clair). Alors seulement, la mer, dont certains habitants se reproduisent jusqu'à *un million de fois* par an, sera l'immense vivier littéralement inépuisable offert à l'industrie d'une pêche dont la prospérité dépendra peut-être de sa science à choisir ses prises, plutôt que de leur volume.

Tel nous apparaît, rapidement esquissé, le « problème du poisson » que les nécessités économiques proposent à la science.

Les solutions rationnelles commencent d'apparaître. Et c'est la technique du froid qui les apporte.

Le froid, élément naturel du poisson

Ni sel, ni fumée, le froid ! Telle est la seule directive vraiment scientifique d'une conservation rationnelle du poisson.

On connaît la révolution que l'industrie du froid a apportée dans le commerce des viandes. Mais tous les avantages mis en vedette dans la conservation frigorifique des viandes de boucherie apparaissent singulièrement précisés dans la conservation de la marée. C'est que le poisson, animal à sang froid, ne meurt pour ainsi dire pas lorsqu'il passe lui-même à l'état d'un bloc de glace.

Dans la conservation d'un gigot ou d'un quartier de bœuf, la congélation ne joue qu'un rôle limité : elle met en sommeil les germes de putréfaction. Mais ce résultat est payé par une modification profonde de la structure interne de la viande. Les vaisseaux capillaires gonflés de sang congelé se dilatent et se rompent. Les cloisons des cellules se disloquent. Au dégel, si progressif qu'on le lui ménage, la viande ne se retrouvera donc pas dans son état initial ; elle n'aura donc pas le même goût qu'à la livraison par l'abattoir. La chair du poisson, tout au contraire, sort de l'appareil frigorifique

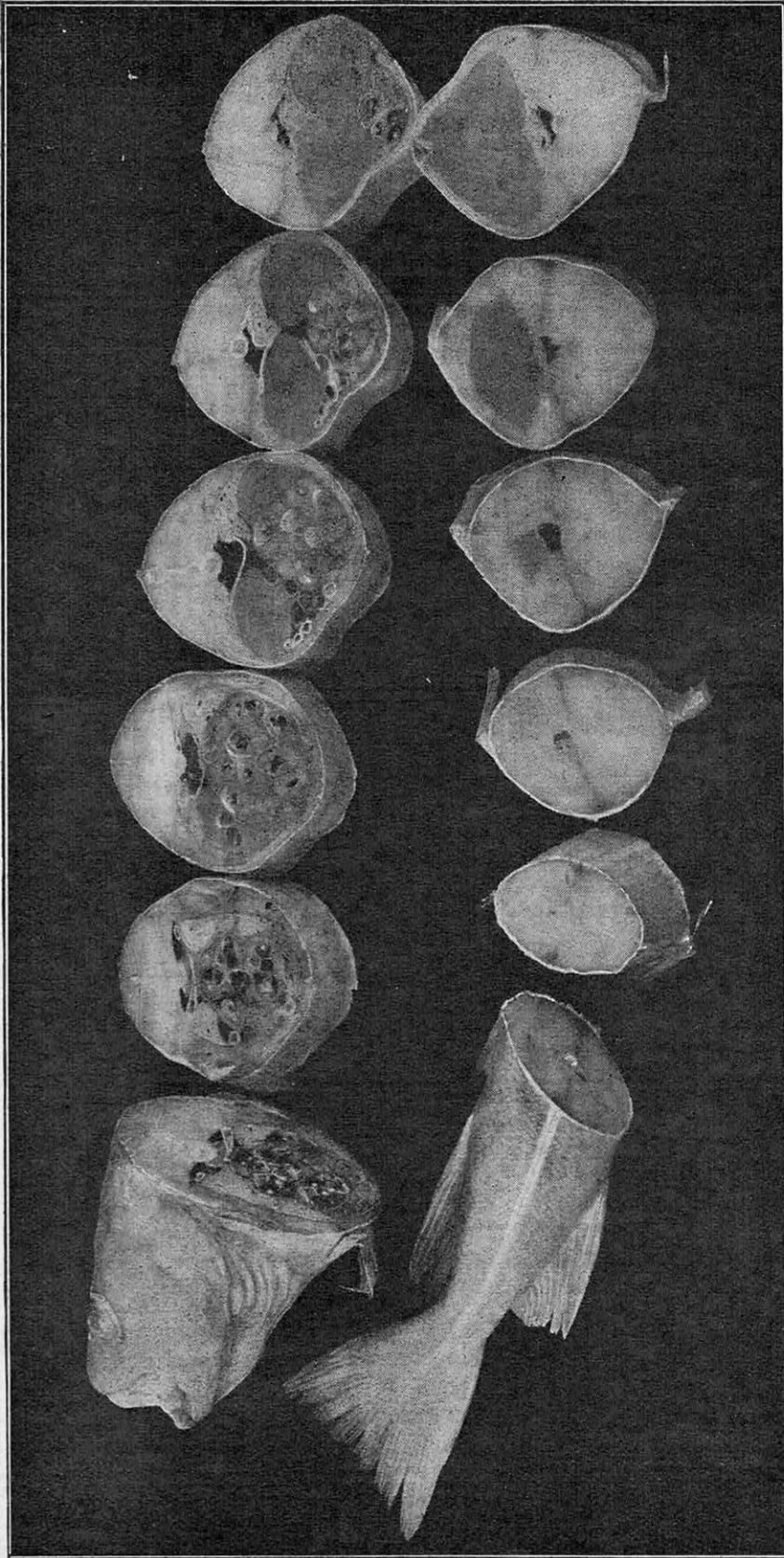


FIG. 1. — LE POISSON CONGELÉ SE CONSERVE INDÉFINIMENT. AU BOUT DE PLUSIEURS MOIS, IL PRÉSENTE LA MÊME « FRAICHEUR » QUE LE POISSON « FRAIS ». C'EST LE TRIOMPHE DE L'INDUSTRIE DU FROID, NÉE EN FRANCE

La décomposition du poisson, qui se produit très rapidement, est due à une « autolyse », véritable auto-digestion par les propres sucs gastriques de l'animal. Or, si l'on refroidit rapidement jusqu'à une température de -15°C , l'autolyse n'a pas le temps de se produire et le poisson se conserve indéfiniment. Ajoutons, d'ailleurs, que sa « structure » même n'est pas modifiée par la congélation. On cite même le cas de poissons vivants conservés ainsi dans de la glace, et que l'on a pu ranimer après plusieurs mois d'immobilité forcée. La photographie ci-dessus représente un poisson ainsi congelé pendant plusieurs semaines, puis découpé en tranches. On remarquera que même la nourriture contenue dans l'estomac de l'animal n'a pas encore été digérée. Sans le froid scientifique, on n'aurait pas conçu un tel phénomène il y a cinquante ans ! Le rôle du froid dans l'alimentation s'étend chaque jour davantage.

exactement dans le même état qu'à son entrée, pourvu que sa congélation ait été totale, effectuée « à cœur », ainsi que disent les techniciens. Ceci est tellement vrai que l'un des théoriciens et des pionniers de l'industrie du froid, le professeur Pictet, de Genève, a pu congeler *totale* certains poissons vivants, à la température de -18° centigrades. Les dégelant ensuite avec précaution, *au bout de trois mois*, il a retrouvé ces animaux vivants et ne demandant qu'à reprendre leur nage.

C'est que l'immense majorité de la gent poissonneuse est constituée pour vivre aux environs du point de congélation de l'eau et même au-dessous de zéro, — si l'on pense qu'il ne suffit pas du zéro centigrade pour constituer une banquise avec l'eau salée des mers polaires. Or, les mers polaires sont les plus poissonneuses: l'Islande, Terre-Neuve, le Groenland, autant de paradis des pêcheurs.

Les saumons du Labrador vivent littéralement dans l'eau glacée. En Alaska, en Sibérie, les fleuves congelés tiennent leurs poissons prisonniers tout l'hiver. Et s'il existe des animaux à sang chaud à l'intérieur du cercle polaire, leur vie est entièrement suspendue à leur alimentation par la pêche, sans laquelle il n'y aurait pas d'Esquimaux.

Un premier point *spécial au problème du poisson* se trouve donc acquis : la congélation ne modifie *en rien* la « structure » de la viande du poisson conservé par ce procédé.

En voici un second. Le corps d'un poisson qu'on vient de retirer de l'eau marine est rigoureusement aseptique. On n'en peut dire autant d'un quartier de bœuf après les manipulations de l'abattoir. Sa putréfac-

tion ne saurait donc provenir que de l'action des *sucs* de son tube digestif. L'appareil digestif du poisson produit, en effet, des sucs extrêmement puissants : l'estomac des poissons, dont certaines espèces sont d'une voracité légendaire, ne doivent pas renâcler à digérer un crustacé sans l'éplucher. Cette particularité explique d'ailleurs la rapidité avec laquelle le poisson mort se décompose. Si la congélation atteint les sucs digestifs, l'action de ces ferments solubles (ou diastases) se trouve rigoureusement annihilée

tant que dure cet état de gel. C'est ce qui explique le succès de l'expérience précitée de Raoul Pictet.

Si l'application du froid du poisson s'effectue immédiatement à la remontée des filets à bord du chalutier, sa conservation se trouve mathématiquement certaine. Mais un navire de pêche peut-il être équipé en usine frigorifique, de manière à appliquer, sans prix de revient pro-

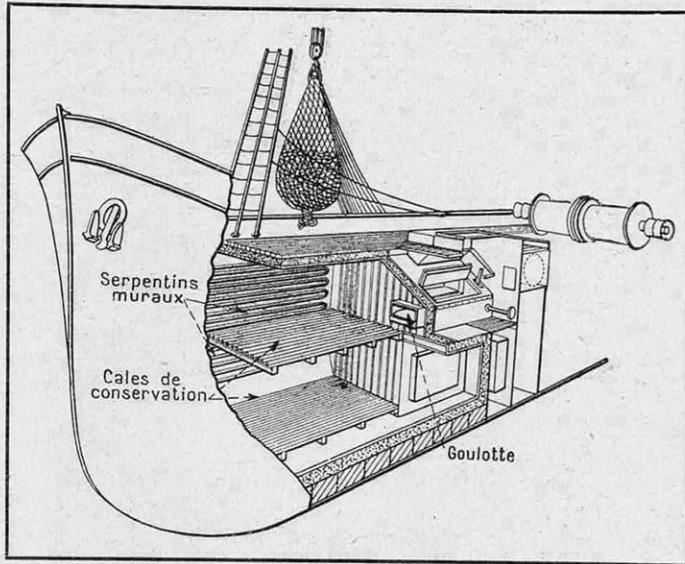


FIG. 2. — COUPE LONGITUDINALE DU CHALUTIER CONGÉLATEUR « S. A. C. I. P. », VÉRITABLE USINE FRIGORIFIQUE

On aperçoit le trajet que suit le poisson dans la saumure, à partir du filet que l'on vide dans la bouche de l'appareil s'ouvrant sur le pont, à droite, pour s'écouler par la goulotte jusqu'aux cales de conservation refroidies par les serpentins qu'alimente l'appareil réfrigérant situé dans la chambre des machines.

hibitif, les principes que nous venons de mettre en évidence ?

Toute la question est là, du point de vue pratique. Aussi ne faut-il pas nous étonner si l'application du froid à la conservation du poisson à bord des chalutiers présente encore des modalités diverses, variant avec le plan d'exploitation de ces navires.

La glace ne suffit pas à la conservation ; le bain de saumure, pas davantage

Une première méthode, déjà ancienne, appliquée à la conservation du poisson frais, consiste à le maintenir à la température de la glace fondante. Les chalutiers de faible tonnage emportent un stock de glace dans leur cale. Mis au contact de la glace, qui le maintient à la température de $+3^{\circ}$ environ,

le poisson voit son « autolyse » (autodigestion dans ses propres sucs gastriques) considérablement ralentie. Le phénomène, qui dure de six à dix heures, à la température de $+15^{\circ}\text{C}$, exige alors pour s'accomplir jusqu'à deux semaines. Quinze jours de navigation, cela permet un rayon d'action assez important au navire-glacière. Mais, si les réactions sont ralenties, elles ne sont pas arrêtées, observe un spécialiste, M. R. de Boysson, dans un mémoire (1932). La glace suspend surtout l'oxydation des graisses, évitant ainsi le goût de « rance » qui en résulte.

La conservation par un procédé aussi sommaire ne saurait dépasser quelques heures, le temps de ramener à terre la pêche effectuée dans les parages voisins et de confier le poisson à des entrepôts frigorifiques destinés à lui assurer une atmosphère de -15° . Mais durant les quelques heures du transport et de la manipulation, l'autolyse a commencé et la congélation arrive trop tard, les « toxines » sont déjà formées.

Le seul progrès réel doit consister à produire le froid nécessaire à bord même du chalutier.

On peut mettre en œuvre, à cet effet, le mélange classique de glace et de sel marin, ce qui donne une saumure à -17°C . Plongé dans cette saumure, le poisson s'y congèle en deux ou trois heures. Après quoi, il faut laver superficiellement le poisson qui se recouvre alors d'un enrobement de glace. La cale, refroidie à -3° , -4° , le conserve à l'état « glacé »; mais il est évident que l'équilibre de température entre le « cœur » du poisson gelé à -17° ne manque pas de se rétablir avec sa périphérie simplement gelée à -4° . Le stockage prolongé devient une impossibilité.

La solution complète du problème exige que le chalutier *fabrique le froid*, à son bord, *par les machines bien connues*, déjà utilisées sur les cargos à cales frigorifiées, mais ici avec des particularités toutes spéciales au poisson et dont nous n'avons pas encore parlé. La congélation du poisson — différente en cela des méthodes appliquées à la viande — doit être *extrêmement rapide*. « Dans un refroidissement lent, explique M. R. de Boysson, ingénieur du Génie maritime, il se produit un phénomène analogue à celui de la *cristallisation sélective* des solutions. L'eau formant la majeure partie du liquide des cellules se solidifie la première, en donnant naissance à des aiguilles de glace qui se développent en cristaux de plus en

plus gros. Ceux-ci déchirent les parois cellulaires et modifient complètement la constitution de la chair du poisson. » A la décongélation, on retrouve les mêmes inconvénients que nous avons signalés à propos de la congélation des viandes à sang chaud. « Au contraire, si l'on refroidit rapidement (en deux heures environ) le poisson à -15° ou légèrement au-dessous, on évite cette cristallisation sélective. Il se fait une espèce de prise en masse. Les tissus ne sont pas détruits; les cellules demeurent intactes. »

L'installation du chalutier devra donc pourvoir non seulement à cette congélation rapide, mais à son maintien.

Deux procédés : congélation en vrac et congélation individuelle

Il est bien inutile d'insister sur les difficultés que présente une installation réalisant ces desiderata à bord d'un navire dont le tonnage n'est jamais impressionnant, qui doit souvent travailler par des houles très fortes, sur le pont duquel, par conséquent, certaines manipulations deviennent des tours de force, voire des impossibilités radicales.

A l'heure actuelle, deux sortes de « chalutiers congélateurs » ont été mis en service pour congeler le poisson « à cœur ». Les uns procèdent à la congélation « en vrac »; les autres, par traitement individuel des pièces, une à une.

Le premier de ces procédés est celui qu'a mis sur pied la Société Anonyme pour la Conservation Industrielle du Poisson (S. A. C. I. P.), au prix de longues expériences effectuées à bord d'un chalutier d'essai, le *Sacip*. C'est un chalutier à vapeur ne différenciant en rien de ses congénères quant au travail de la pêche proprement dite. La seule différence réside en ceci : aussitôt l'ouverture du chalut remonté à bord, le poisson est déversé dans un tambour cylindrique compartimenté qui tourne autour de son axe, chaque compartiment se présentant tour à tour au remplissage. Le refroidissement de l'appareil s'effectue par la circulation d'un courant de saumure suivant l'axe du tambour. Cette saumure, qui apporte les « frigories » produites par l'installation du bord, baigne les poissons parvenus dans le secteur inférieur du tambour, tandis que se remplit le compartiment supérieur. L'ensemble rappelle assez le mécanisme d'une roue de moulin à « augets », ceux-ci (les compartiments) se refermant automatiquement sur leur charge de poissons *vivants*. Retourné à la partie supérieure de cette machine tournante, le poisson, qui

s'est congelé pendant un seul tour de la roue, est déversé dans un tobogan qui le conduit à la cale froide ou, stocké en vrac, à l'état d'un amoncellement de glaçons, il conserve jusqu'à la fin du voyage la température de congélation (-15°). Dans ces conditions, la conservation est pratiquement *indéfinie*.

Ce système, simple, rapide, comme l'exige le principe technique, et robuste, permet de traiter d'un seul coup de grosses quantités de poissons et de tenir tête aux coups de chalut les plus heureux.

Le second procédé, la congélation individuelle des poissons capturés, est d'une technique toute différente. Chaque animal est confié séparément à une chaîne sans fin à laquelle il est suspendu par la queue. Cette chaîne passe par un tunnel, devant une suite d'« aéroprojecteurs » qui l'arrosent de saumure à -18° , à la façon de vaporisateurs. Un courant d'air parallèle au trajet des poissons active l'échange thermique entre ceux-ci et la saumure. Celle-ci est reprise par une pompe et renvoyée au frigorifique après un filtrage sous pression qui permet d'en séparer les mucosités et les algues. La durée de séjour dans le tunnel est calculée de telle manière que la congélation du poisson soit obtenue « à cœur » avant sa sortie. A ce moment, le poisson est lavé à l'eau de mer, ce qui a pour effet de le recouvrir d'une couche de glace. Une glissière le conduit à la cale de stockage maintenue à -15° , comme dans le procédé précédent.

Ce second procédé, imité de celui qu'exploient les Esquimaux en exposant leur pêche au « blizzard » (ou tempête de neige) polaire, a été mis au point par la Société pour l'Amélioration des Pêches (S. A. P.). Il est exploité dès à présent par la Morue française, tandis que le procédé S. A. C. I. P. a donné lieu, de son côté, à la construction, par les Chantiers de la Loire, de deux chalutiers congélateurs de grande pêche, le *Jean-Hamonet* et le *Marie-Hélène*, qu'exploite la Compagnie Anonyme Française de Pêche et d'Armement (C. A. F. P. A.).

Tels sont les derniers progrès réalisés en matière de « pêche frigorifique » : ils l'ont été en France et représentent une véritable révolution dans l'industrie de la pêche, pour les motifs que nous avons fait ressortir au début de cet article.

Pourquoi, demandera-t-on, n'y a-t-il pas unanimité d'opinion technique quant au mode de procéder la congélation « à cœur », seule rationnelle ou, du moins, permettant seule d'exercer la pêche sur un rayon d'action

théoriquement illimité. La divergence d'opinion tient seulement à la question de la présentation du poisson au marché. La congélation en vrac fournit le poisson figé au hasard de ses contorsions ou de celles que lui impose la machine tournante, tandis que la congélation individuelle fournit les pièces rigides dans le sens de leur longueur, puisqu'elles sont pendues verticalement au cours de l'opération. Nous ne discuterons pas cette question d'ordre purement commercial.

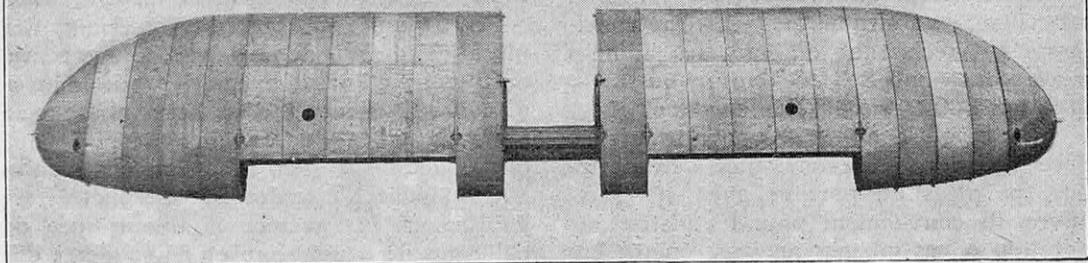
Quatre nouveaux chalutiers venant d'être équipés par les procédés S. A. C. I. P., on peut se faire une idée de la perte de tonnage utile qu'entraînent ces installations marines. La cale unique primitive jaugeait 900 mètres cubes, volume correspondant à 700 tonnes environ de poisson salé. La transformation subie conduit à diviser en deux cette cale unique, et donne 600 mètres cubes de volume, correspondant à 300 tonnes seulement de poisson congelé (le « tassement » est moins important que pour le poisson salé et, d'autre part, il faut, ici, allotir les différentes espèces de poisson). C'est donc une réduction de 30 % sur la jauge du volume utile et de 55 % sur le tonnage. Mais quel gain de temps ! Le chalutier ancienne formule devait rester quatre ou cinq mois en campagne pour remplir sa cale. Le nouveau ne séjournera que vingt jours en mer.

Les résultats pratiques

Dès maintenant, les chalutiers congélateurs exploitent les côtes de Mauritanie, des Canaries, du Sénégal, et en rapportent sur le marché parisien des espèces nouvelles pour le consommateur. On peut ainsi prendre livraison, dans le même état de fraîcheur que s'ils sortaient de l'eau, des bars royaux (courbines), des bars marocains (anvins), des mulets d'Argain, des poissons de roche qui vivent dans le corail tels que le pagre, le merou, les meilleurs poissons charnus qui soient, et toute la variété des dorades roses, grises, et les « dorées » qui portent une tache d'or entre les yeux ; les ombinies, les ortholites, le flétan, qu'il fallait naguère rejeter à la mer, et toutes sortes de turbots et de soles. Ajoutez à cela que l'état de congélation permet de débiter le poisson de grosse taille exactement comme fait le boucher, en servant des « tranches », des « escalopes » ou des « aloyaux », et, sans être vous-même chef cuisinier, vous devinez l'immense commodité qu'entraîne cette nouveauté dans la préparation culinaire à laquelle aboutit finalement tout cet effort de la technique moderne.

CHARLES BRACHET.

LA MÉTALLURGIE MODERNE A DONNÉ À LA LOCOMOTION MODERNE ALLIAGES LÉGERS ET RÉSISTANTS



Par Pierre DEVAUX

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Il n'est pas téméraire d'affirmer que si les progrès de la construction aéronautique et automobile ont été aussi rapides au cours de ces dernières années, c'est, en grande partie, à la métallurgie qu'ils le doivent. Nous avons déjà eu l'occasion d'exposer ici⁽¹⁾ les merveilleuses propriétés des aciers modernes; nous montrons maintenant comment les nouveaux alliages, à base d'aluminium et de magnésium, ont pu, grâce à leur légèreté alliée à leur robustesse, prendre une place prépondérante dans l'industrie des transports: automobile, aviation, chemins de fer, etc.

UN des précurseurs de l'aviation disait jadis: « L'homme volera quand il saura construire un moteur pesant moins de 1 kilogramme par cheval. » Une telle légèreté spécifique semblait alors exorbitante; elle a été atteinte, cependant, puis dépassée, grâce aux progrès des produits métallurgiques: *aciers spéciaux* à haute résistance, *métaux légers* à base d'aluminium et de magnésium. Et nous assistons tous les jours sans étonnement à ce spectacle pourtant stupéfiant d'un avion *entièrement métallique* prenant son vol!

Tout récemment, un nouveau métal ultra-léger le *magnésium*, dont les débuts techniques avaient été difficiles, a conquis dans la construction aéronautique et automobile une place très importante grâce à la mise au point de procédés de *coulée protégée* évitant l'oxydation et la formation de zones hétérogènes. De remarquables réalisations ont ainsi été rendues possibles, parmi lesquelles il convient de citer les roues de l'*Arc-en-Ciel*, et de l'*Emeraude (Dewoitine 332)*, qui ne pèsent que 45 kilogrammes et ont supporté une charge d'épreuve de 38 tonnes.

Le moment paraît donc bien choisi pour jeter un coup d'œil d'ensemble sur la technique si particulière des métaux ultra-légers et pour « faire le point » de leurs possibilités.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 180, page 457.

N. D. L. R. — La photo ci-dessus représente une aile d'avion en duralumin avec poutre en acier.

Voici les différentes « familles » des métaux légers

Pour voir clair dans les innombrables catégories de métaux légers actuellement utilisés, il est, tout d'abord, nécessaire de les distinguer, suivant leur origine et leurs propriétés, en quelques grandes familles.

Premier métal, unique de son espèce, et rival de l'aluminium: le *magnésium*, que l'on utilise généralement additionné de 6 à 10 % de cuivre, ainsi que de petites quantités de zinc. Suivant la teneur en cuivre, il convient à la fonderie ou à la forge et au laminage.

Les *alliages d'aluminium forgeables*, susceptibles d'être améliorés par des traitements thermiques, forment une classe extrêmement étendue. On y trouve: les *aluminiums au cuivre*, qui possèdent la propriété précieuse de ne subir aucun vieillissement moléculaire, moyennant un recuit au-dessus de 150°, mais dont le laminage est délicat; l'*aluminium au cuivre et au magnésium*, type *almasilium* (pièces embouties) et *almélec* (conducteurs électriques); les *aluminiums au magnésium, nickel et cuivre*, type *Y métal*, qui conviennent pour les pièces de forge massives, telles que, par exemple, les pistons forgés.

Généralement, tous ces alliages de forge sont additionnés de petites quantités de titane, quand la conductibilité électrique

n'est pas primordiale. La proportion d'aluminium y reste prédominante, le total des additions ne dépassant pas quelques unités pour cent.

Dans la catégorie des *alliages de fonderie*, par contre, les additions peuvent être considérables. Voici, tout d'abord, les alliages usuels contenant 8 % de cuivre ou 12 % de laiton « 60/40 » (60 % de cuivre et 40 % de zinc) et qui conviennent pour toutes les pièces courantes : carters, pièces de dynamos, poignées de portes ; avec 12 % de cuivre, ils conviennent pour les pistons de moteurs. A ces alliages anciens, on préfère aujourd'hui des métaux à teneur moyenne en *magnésium*, dont la résistance à la corrosion est meilleure. Citons, parmi les alliages les plus modernes, les *RR*, utilisés pour les pièces demandant de la résistance (organes de mitrailleuses), et l'*AP 33*, qui convient pour les moyeux de roues d'avions ; ces deux dernières catégories peuvent aussi être forgées.

A ces divers alliages de fonderie, il faut adjoindre la catégorie très importante des *aluminiums siliciés*, dont le type le plus connu est l'*alpa* (13 % de silicium) ; ne donnant lieu à aucune crique de fonderie, ils conviennent aux pièces volumineuses pour la grosse mécanique, ainsi qu'aux pistons. Pour les pistons également, on emploie aujourd'hui les *alliages « hypersiliciés »*, contenant de 18 % à 25 % et même 35 % de silicium.

Pour compléter ce tableau des métaux légers, peut-être conviendrait-il de citer ici le *glucinium*, qui fait actuellement l'objet de recherches du plus haut intérêt. Le glucinium est moins « déformable élastiquement » que l'acier, son *module* étant de 32.000 contre 20.000 seulement pour l'acier ; il permet donc de réaliser des constructions à la fois minces et parfaitement rigides. Malheureusement, une fragilité spéciale, ainsi que son prix très élevé (6.000 francs le kilogramme) en ont, jusqu'ici, limité l'emploi.

Comment on coule le magnésium

Nous ne reviendrons pas sur les méthodes de fonderie, de forge et de laminage des alliages d'aluminium, qui sont aujourd'hui classiques. L'industrie du *duralumin* ou aluminium au cuivre, peut livrer aujourd'hui des produits de toutes formes jusqu'à des dimensions considérables ; lors du dernier Salon de l'Aéronautique, on a pu voir une bande de 22 mètres de longueur, large de 1 mètre, épaisse de 8 millimètres et pesant

environ 500 kilogrammes. Des pièces de *forge* importantes ont été également exposées : hélices d'une pièce, hélices à trois pales à inclinaison variable, longerons pour tramways, échelles, éléments de mains-courantes.

En ce qui concerne le *magnésium*, des pièces de *fonderie* de plus de 30 kilogrammes ont pu être obtenues avec des parties minces ou *toiles* de 1 mm 8 d'épaisseur. La coulée s'effectue à 700°, cette température devant être exactement contrôlée, dans des moules parfaitement déshydratés. Le métal est fondu sous une couche liquide formée de chlorures de magnésium et de sodium ; des fluorures et des borates, ajoutés ensuite, rendent cette couche visqueuse et permettent, par suite, de couler le métal à l'état de pureté.

Le magnésium se *forge* convenablement entre matrices chauffées ; des *profilés* et des *tubes* peuvent être obtenus à la *presse à fils* à 400°. La *soudure autogène* et le *laminage* du magnésium ne présentent pas de difficultés spéciales, mais les travaux de *chaudronnerie* au marteau exigent une certaine habileté de la part de l'opérateur.

Un très bel avenir semble donc promis à ce métal, le plus léger de tous puisque sa densité est de 1,7 contre 2,7 pour l'aluminium ; à l'inverse de ce dernier, on l'emploie souvent à l'état pur, bien que certains de ses alliages avec le cadmium, l'aluminium et le zinc aient été étudiés, notamment l'alliage ternaire magnésium, zinc, aluminium.

Passons maintenant aux plus récentes applications industrielles des métaux ultra-légers.

Dans le domaine de l'automobile

On se souvient que le dernier Salon de l'Automobile a été caractérisé par une foudroyante offensive de la *petite voiture* de 6 à 8 ch, qui, grâce à de nombreux perfectionnements : moteurs poussés, châssis allégés et rigides, boîtes silencieuses, directions améliorées, sont devenues capables de concurrencer victorieusement la « 10 ch » de type classique au double point de vue de la tenue de route et du confort.

On s'attendrait donc à constater dans ces nouvelles voitures, dont beaucoup sont des merveilles de mécanique, un emploi intensif des *métaux légers*. Malheureusement, ce serait perdre de vue une autre tendance du Salon qui a été une baisse sensible des prix, particulièrement marquée pour cette catégorie de voitures. Il en est résulté ce fait paradoxal que tout en cherchant à « faire léger », beaucoup de constructeurs ont été

conduits à éliminer précisément les métaux légers comme trop coûteux ; ils sont ainsi revenus, sur certains points : carters, boîtiers, supports, à la *fonte spéciale*, d'un dessin très étudié ou à l'*embouti en acier* qui se présente actuellement comme le plus redoutable concurrent des métaux légers.

Cette formule présente, remarquons-le, un double inconvénient technique qui est tout d'abord l'augmentation de poids, particulièrement illogique sur des véhicules de petite puissance et, en second lieu, une diminution très sensible de la *rigidité globale* des pièces. Ce dernier point mérite qu'on s'y arrête quelques instants.

Supposons que nous ayons affaire, par exemple, à un *dessus de carter* de moteur ; cette pièce, sur laquelle est fixé le bloc cylindre, supporte un effort de traction violent à chaque explosion. Il est donc naturel de déterminer les épaisseurs de ces parois en vue de la résistance à la traction. On est ainsi conduit à des épaisseurs extrêmement réduites pour l'acier, en sorte qu'à première vue, il semble y avoir une *compensation* très nette en faveur de ce métal, plus dense que l'aluminium, mais beaucoup plus mince.

Malheureusement, ici intervient la question de *rigidité*, autrement dit de résistance à la *flexion* et à la *torsion*. Cette rigidité est proportionnelle au cube de l'épaisseur : elle sera donc insuffisante avec un carter en acier mince, à moins de recourir à un système complet de renforcements et de nervures qui augmentent le poids et le prix.

Les dangers de la flexion et de la torsion des carters sont bien mis en évidence par l'exemple des moteurs d'avion à très grande puissance avec cylindres en ligne, où de nombreuses ruptures d'arbre ont été attribuées aux réactions d'un carter insuffisamment rigide. Ces inconvénients peuvent se retrouver, à un moindre degré, dans un moteur d'automobile où le manque de rigidité du carter se traduira par un *vieillessement* prématuré et un cliquetage de tous les organes.

On peut ainsi affirmer sans paradoxe que c'est une qualité pour les métaux légers que d'exiger de fortes sections, conduisant à des pièces *volumineuses*, la largeur des pièces étant une garantie contre les flexions locales.

Il se passe ici quelque chose d'analogue au *flambement* ou fléchissement transversal des hauts pylônes chargés en bout qui a tant embarrassé les ingénieurs lors des premières constructions métalliques ; on a été conduit, dans la tour Eiffel, par exemple, à séparer les « arbalétriers » verticaux en quatre élé-

ments espacés et reliés par des entretoises : le pylône se trouve ainsi constitué par une sorte de matériau nouveau, ultra-léger, mais de section apparente énorme et présentant, par suite, une grande résistance transversale.

Dans le même ordre d'idées, il convient de rappeler le remarquable *châssis* en aluminium coulé Sensaud de Lavaud, dont l'extrême rigidité procurait une tenue de route excellente.

Le piston moderne doit être ultra-léger

Il est un point sur lequel les métaux de faible densité se sont imposés définitivement : c'est la fabrication des *pistons*.

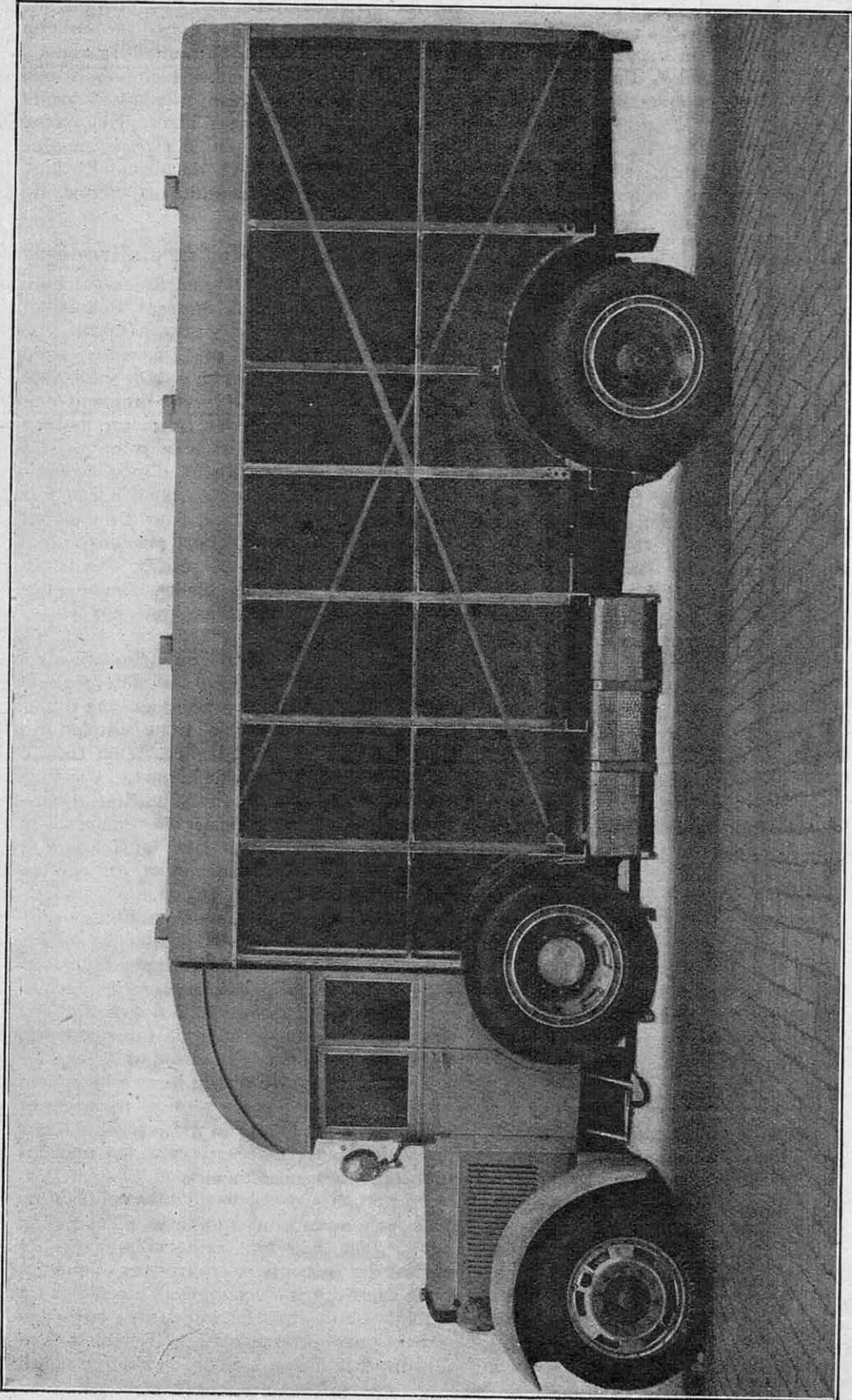
Le piston léger est une nécessité vitale dans un moteur moderne à grande vitesse de rotation où les *efforts d'inertie* prennent une importance considérable. Dans un moteur tournant à 3.000 tours par minute, soit 50 tours par seconde, l'effet d'inertie maximum sur chaque piston est égal à *500 fois* l'intensité de la pesanteur ; pour un piston pesant 500 grammes, l'effort atteindra donc 250 kilogrammes ! Il en résulte une usure excessive des têtes de bielles et une augmentation des pertes mécaniques par frottement.

De plus, et ceci est très important, il n'est pas possible *d'équilibrer* complètement le système des pistons, au point de vue dynamique, à l'aide de dispositions simples, du fait de l'obliquité des bielles. Il en résulte des *vibrations verticales* de la part des pistons auxquelles s'ajoutent les vibrations transversales dues aux bielles elles-mêmes. Ce sont là des conditions très nuisibles à la conservation du mécanisme et au confort des passagers.

De plus, même en cas d'équilibrage parfait, il ne faut pas oublier que les efforts d'équilibrage entre deux groupes de pistons sont transmis *par le vilebrequin* : ce dernier est par conséquent sollicité à des oscillations de torsion qui constituent le fameux *trash*, redouté à juste titre des automobilistes.

La conception du piston léger a beaucoup varié au début, mais semble maintenant stabilisée en quelques types, produits par des usines spécialisées ou par les maisons d'automobiles elles-mêmes.

Le problème du piston d'automobile reste plus que jamais un problème *d'évacuation rapide des calories*, aujourd'hui que le régime des moteurs se trouve très « poussé », pour des raisons d'économie. Ce résultat est atteint par des ailettes intérieures ou mieux par un profil intérieur spécial reliant le fond à la jupe, de façon à offrir, en chaque point,



VOICI UN ÉNORME CAMION EN DURALUMIN PESANT 7 TONNES SEULEMENT ET POUVANT TRANSPORTER 8 TONNES DE CHARGE UTILE
Sur ce camion de 15 tonnes (poids total), l'emploi généralisé du duralumin a permis de réduire le poids mort de 1.800 kilogrammes.

au flux de chaleur, exactement la section théorique nécessaire ; on arrive ainsi à une répartition uniforme des dilatations d'où il résulte que le piston reste *parfaitement rond* à toute température.

Une difficulté inhérente à l'emploi des alliages d'aluminium pour les pistons est leur coefficient de dilatation approximativement double de celui de la fonte. La solution la plus simple consiste à monter un piston trop petit à froid, qui se trouvera, à chaud, exactement au diamètre correct. Il se produit, malheureusement alors, un *claquement à froid* désagréable auquel on a cherché à remédier par l'emploi d'une jupe extensible fendue suivant une ligne légèrement oblique par rapport aux génératrices ; d'autres maisons ont tenté de séparer thermiquement le fond du piston de la jupe par une entaille circulaire, ce qui a l'inconvénient de réduire la section totale de passage des calories. La solution « bi-métallique » a aussi ses partisans ; on peut équiper un fond en alliage léger avec une jupe en fonte ou encore armer un piston léger avec, par exemple, deux croisillons en acier *invar*, dont le coefficient de dilatation est nul.

Une voie intéressante semble avoir été ouverte avec la création des alliages hyper-siliciés, contenant jusqu'à 35 % de silicium avec 5 % de cuivre, 2 % de manganèse et 0,5 à 1 % de fer. Leur coefficient de dilatation varie de 17 à 19×10^{-6} contre 21×10^{-6} pour l'alpax.

Voici des véhicules en duralumin et en magnésium

Une formule qui semble avoir retenu l'attention des constructeurs est celle de la carrosserie partiellement ou totalement réalisée en aluminium. Voisin reste, depuis longtemps, fidèle à la formule de la carrosserie en aluminium peint pour ses voitures de luxe, mais on a pu voir, au dernier Salon, des maisons qui préconisent le « tout acier », comme Citroën, présenter des séries d'essai carrossées en aluminium. Renault, également, a équipé quelques voitures en *aluminium coulé*.

En ce qui concerne les poids lourds, où l'allègement de la tare ou poids mort présente cependant un grand intérêt économique, il ne semble pas que les métaux légers aient reçus d'applications bien nouvelles ; signalons cependant la création de grandes carrosseries pour les transports de voyageurs ou les « services rapides » de marchandises. La photo, page 404, montre une belle réalisation de ce genre d'un camion de 8 ton-

nes de charge avec 7 tonnes de poids mort ; les roues, en magnésium coulé, sont particulièrement remarquables.

Dans le domaine tout voisin des automotrices légères sur rails, l'usage généralisé du duralumin a permis d'abaisser la tare à 112 kilogrammes par place offerte, ce qui constitue un résultat exceptionnel.

Pour certaines *portières de voitures de chemins de fer*, on a adopté une disposition nouvelle en vue d'obtenir des panneaux rigides avec le *magnésium coulé*. La *toile* du panneau n'est pas plane ; elle offre des proéminences en forme de pyramides creuses qui se présentent non comme des surépaisseurs, mais comme des nervures du panneau, un creux correspondant sur une face à chaque relief sur l'autre face. Cette forme fournit de nombreux points de coulée pour l'arrivée du métal fondu et procure une excellente rigidité de la pièce terminée.

Dans l'aviation : aciers spéciaux ou duralumin ?

Deux formules techniques fort différentes s'opposent aujourd'hui dans le domaine de la construction aéronautique : en France et en Allemagne, l'armature des avions métalliques est construite en duralumin (aluminium au cuivre) ; par contre, en Angleterre et aux Etats-Unis, elle est en acier. Ces deux conceptions ne sont, du reste, pas absolues, et l'on assiste en France, par exemple, à une évolution des plus curieuses vers l'avion composite en duralumin avec *nœuds de construction* en acier à haute résistance (voir photo, page 401).

L'acier utilisé se rattache au type nickel-chrome, qui permet d'atteindre des résistances de 130 kilogrammes par millimètre carré. Ces assemblages présentent une solidité remarquable, comme il est de règle dans tout organisme mécanique où les « fonctions » ont été séparées et confiées à des métaux qualifiés. Toutefois, le duralumin reste préférable lorsque le calcul conduit à des épaisseurs trop faibles qui risqueraient de se traduire par des *flambements* locaux pour les parties travaillant en compression. Ceci est général et nous voyons ici, une fois de plus, qu'une construction mécanique en métal léger doit être étudiée en tant que telle, en cherchant notamment à profiter des fortes sections autorisées par la faible densité, pour améliorer la rigidité dans les parties fatiguées.

Ajoutons que, dans les ailes métalliques, le revêtement en minces tôles de duralumin contribue à la résistance mécanique de l'en-

semble. L'aile tout entière « travaille » ainsi comme une poutre armée de section variable en hauteur et en largeur, chaque section étant exactement proportionnée aux efforts : *effort tranchant* et *moment fléchissant*, qu'on exige de l'aile en ce point.

Le magnésium peut être, désormais, coulé avec assez de sécurité pour qu'on n'hésite pas à réaliser des pièces aussi importantes que des roues d'avions. C'est ainsi que, comme nous l'avons déjà signalé, l'on a réalisé les roues des avions *Arc-en-Ciel* et *Dewoitine 332*. Elles comportent des nervures qui doivent répondre au double but de faciliter la coulée et de raidir la pièce terminée.

Mais voici l'« aluminium protégé »

L'aluminium, bien qu'extrêmement employé, est un des rares métaux usuels que l'on ait utilisé jusqu'ici à l'état *nu*, faute d'un moyen pratique de le protéger. Ce n'est là, il faut bien le dire, qu'un pis-aller, car la pellicule naturelle d'alumine qui se forme sur le métal est assez peu esthétique et n'offre, dans certains cas, qu'une protection précaire. Ces défauts sont généralement plus marqués pour les alliages que pour le métal à l'état de pureté.

Fort heureusement, de nouveaux procédés permettent, aujourd'hui, d'obtenir des couches superficielles inattaquables et d'une adhérence parfaite. Signalons tout d'abord un procédé « mécanique », employé dans la fabrication des « métaux sandwichés », qui consiste à laminer ensemble deux lames d'aluminium pur enfermant entre elles la lame principale en duralumin ; dans la tôle terminée, chaque lame protectrice n'exécède pas 5 % de l'épaisseur totale. (Védal.)

On dira peut-être qu'une telle protection est nécessairement précaire, du fait du peu de résistance mécanique de la pellicule d'aluminium, qui risque d'être éraflée localement. Ce serait oublier le très important effet *électrolytique* qui protège le duralumin

et les rivets eux-mêmes aux points où la couche protectrice viendrait à manquer. Cet « effet » protège même les sections de la tôle, où le duralumin apparaît à nu sans qu'il soit nécessaire de le protéger. Des essais concluants ont été effectués récemment dans l'eau de la mer du Nord par la *Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt* (Station d'essai allemande pour la navigation aérienne). Ce type de métal composite peut être utilisé pour les *panneautages* et, d'une façon générale, pour les divers besoins de la construction aéronautique.

L'*oxydation anodique*, fréquemment employée pour la protection de l'aluminium, consiste à créer, par action électrolytique, une couche superficielle d'oxyde adhérente et durable.

La *bondérisation* (de l'anglais *to bond*, accrocher) a, d'autre part, fourni un moyen de protection indirect mais efficace en permettant d'obtenir sur les pièces en aluminium une bonne *surface d'accrochage* pour les peintures. La *bakélisation* se présente comme un émaillage obtenu à température peu élevée. La *protalisation*, qui s'effectue sans action électrolytique, par simple trempage, donne une couche protectrice tellement adhérente qu'elle résiste à plusieurs pliages successifs, la couche ne « criquant » qu'avec le métal ; aucune peinture n'est nécessaire. C'est l'équivalent, pour l'aluminium, de la *parkérisation* des métaux ferreux.

Rappelons, par ailleurs, qu'on a trouvé également le moyen de *nickeler* et de *chromer* l'aluminium à l'aide d'une immersion préalable dans une solution bouillante de perchlorure de fer.

Grâce à ces nouvelles méthodes de revêtement, l'aluminium se trouve aujourd'hui soustrait à cet « état d'exception » qui rendait son emploi trop souvent difficile, et il peut être utilisé, désormais, avec tous ses avantages, au même titre que les autres métaux.

PIERRE DEVAUX.

La France, en dehors d'un petit gisement pétrolifère en Alsace et d'une participation dans l'extraction des pétroles de Mossoul (Irak), est dépourvue de naphte. Aussi se préoccupe-t-elle de rechercher dans le sous-sol de son vaste domaine colonial la présence de nappes de pétrole susceptibles d'être exploitées industriellement. C'est dans ce but que se poursuit, depuis plusieurs années, la prospection méthodique de certaines régions géologiques de la Martinique, de l'Indochine, de Madagascar et surtout de notre Afrique du Nord (Tunisie, Maroc). Or, le 8 mars 1934, une dépêche du Maroc nous apprenait qu'un sondage établi dans la région de Gharb (aux environs de Petitjean) avait abouti à un jaillissement abondant de pétrole qui s'enflamma tout d'abord par suite d'un court-circuit, mais laissa néanmoins récupérer par la suite une quantité de naphte évaluée à 50.000 litres par jour. Les prospecteurs se trouvent-ils en présence d'une nappe étendue et abondante ? C'est ce que les sondages ultérieurs nous révéleront prochainement.

COMMENT UNE DÉCOUVERTE DE CURIE, IL Y A CINQUANTE ANS, A PERMIS DE DISCIPLINER LES ONDES

La piézoélectricité et la T. S. F.

Par C. VINOGRADOW
INGÉNIEUR RADIO E. S. E.

Le développement rapide de la radiophonie dans le monde a provoqué, comme on le sait, l'éclosion d'un grand nombre de stations d'émissions, qui ont été établies, tout d'abord, sans plan concerté. A l'origine des applications des découvertes scientifiques, il en est souvent ainsi. Certaines de ces stations, fonctionnant sur des longueurs d'ondes trop rapprochées l'une de l'autre, gênaient mutuellement leur émission. Il a donc fallu réglementer les droits de chacun, et c'est cette réglementation qui a abouti au plan de Lucerne dont nous avons entretenu nos lecteurs. Ce plan assigne, pour chaque nation et à chaque poste autorisé, une fréquence d'émission — correspondant à une longueur d'onde bien déterminée — qui diffère de celle des postes voisins d'une quantité égale au minimum à 9 kilocycles. Si cette fréquence venait à varier, même dans de faibles limites, le poste en question empiéterait sur les postes voisins. On voit donc tout l'intérêt qu'il y a à maintenir cette fréquence en question à une valeur rigoureusement fixe. Nous exposons ici comment ce résultat a pu être obtenu, grâce au phénomène de la piézoélectricité, découverte par Curie il y a plus de cinquante ans, et comment un petit cristal de quartz de dimensions infimes permet de régulariser une émission d'ondes d'une puissance de plusieurs dizaines de kilowatts. C'est un des exemples typiques d'une découverte de science pure au laboratoire transposée sur le plan industriel.

LE « plan de Lucerne » (1) a été établi de façon à permettre le travail simultané de plus de deux cents stations d'émission réparties sur toute l'Europe.

Afin d'éviter toute gêne entre les émetteurs voisins, le plan a alloué à chacune des stations une fréquence bien déterminée, ainsi que le droit indispensable d'utiliser les fréquences immédiatement voisines pour la transmission de la modulation. Toutefois, le faisceau des fréquences ainsi utilisées par chaque station ne doit, en aucun cas, s'écarter de plus de 4.500 oscillations par seconde, en plus ou en moins, de la fréquence principale ou fréquence porteuse.

Par conséquent, chaque station possède un « canal » à exploiter ayant une largeur de 9.000 oscillations par seconde ou 9 kilocycles. Il est indispensable de noter que, dans ce « canal », le poste émetteur utilise toute la largeur, y compris les fréquences limites, car ce sont justement ces dernières qui lui permettent de transmettre les notes aiguës.

Si les émetteurs respectent leurs fréquences porteuses et la largeur de la bande de modulation, il devient possible, avec un récepteur

dont le système d'accord ne laisse passer que 9 kilocycles, de ne recevoir qu'une seule station à la fois, sans être gêné par les émetteurs voisins en longueur d'onde. Mais si la fréquence porteuse du poste émetteur se déplace, elle entraîne avec elle toute la bande de la modulation, et le poste instable empiète sur le « canal » voisin et gêne l'émission voisine, qui, d'ailleurs, le gênera à son tour (fig. 1).

Donc, la première condition du travail correct de l'ensemble de toutes les stations émettrices est la stabilité absolue de la fréquence.

De l'importance de la stabilité des fréquences

Les fréquences actuellement utilisées par les émetteurs de radiodiffusion s'échelonnent entre 150.000 et 1.500.000 oscillations par seconde. L'écart d'un kilocycle peut déjà être gênant pour les stations puissantes et voisines. Donc, la stabilité de la fréquence doit être de $1.000/150.000 = 0,0066$ pour les fréquences les plus lentes (onde de 2.000 mètres) et de $1.000/1.500.000 = 0,00066$ pour les fréquences les plus élevées (onde de

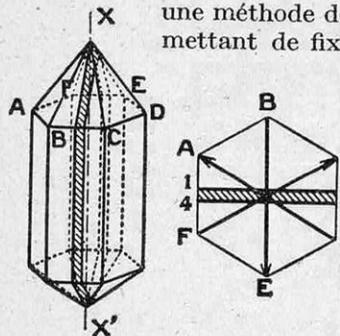
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 200, page 169.

200 mètres). Autrement dit, des variations de fréquence de quelques dix-millièmes seulement de sa valeur théorique produisent déjà des interférences gênantes et ne peuvent être admises.

Cette stabilité n'est pas facile à atteindre, car, au cours d'une émission, la fréquence peut facilement varier par suite de diverses causes d'origines mécaniques ou électriques. Ainsi les condensateurs ou les enroulements peuvent subir certaines déformations mécaniques provenant soit des variations de température, soit des trépidations mécaniques. Les variations du courant du secteur, les variations du courant

de chauffage des lampes peuvent également modifier les constantes des circuits oscillants du poste. Ces diverses causes engendrent automatiquement des variations de fréquence qui, tout en étant très faibles, peuvent facilement être supérieures à quelques dix-millièmes et, par conséquent, rendre l'émission gênante pour les stations voisines.

Les faibles limites permises pour la variation de la fréquence ont rendu la question bien difficile à résoudre. Un grand nombre de recherches et d'essais furent effectués, diverses méthodes de stabilisation proposées et rejetées pour permettre enfin de réaliser une méthode de stabilisation permettant de fixer la fréquence de



l'émission avec une précision aussi grande qu'on le désire. Cette méthode

FIG. 2. — CRISTAL DE QUARTZ
XX', axe optique ;
DA, CF, BE, axes
électriques.

— L'effet piézoélectrique est accusé d'une façon particulièrement intense si la lame est taillée perpendiculairement à un axe électrique et parallèlement à l'axe optique (partie hachurée).

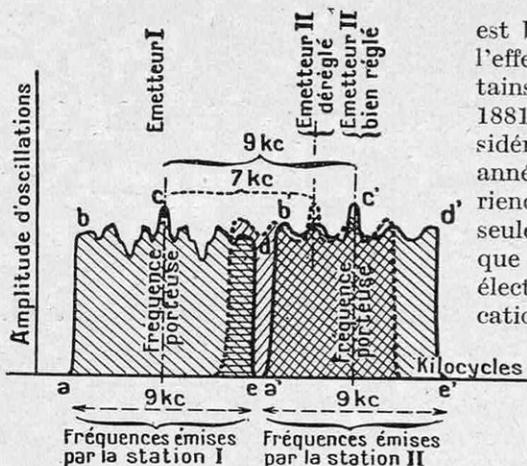


FIG. 1. — POUR QUELLE RAISON UN POSTE INSTABLE GÈNE SON VOISIN

Si chaque émetteur conserve sa porteuse fréquence, les émissions peuvent exister simultanément sans se gêner mutuellement. Ainsi l'émission I (a b c d e), ayant fréquence porteuse C, ne gêne nullement l'émission II (a' b' c' d' e') ayant une fréquence porteuse C' distante de 9 kilocycles de la fréquence C. Mais il suffit que l'émetteur II se dérègle de 2 kilocycles pour que les deux émissions se pénètrent et rendent difficile, sinon impossible, l'écoute convenable de chacune de deux stations.

tion, a menées avec le plus grand succès aux Laboratoires Standard.

Qu'est-ce que le phénomène piézoélectrique ?

On appelle phénomène piézoélectrique la propriété de certains cristaux de se polariser électriquement sous l'influence d'un effort mécanique. Ce phénomène devient beaucoup plus apparent si, au lieu des cristaux entiers, on utilise des plaques taillées d'une façon déterminée dans ces derniers.

Supposons que nous ayons un cristal de quartz (fig. 2). L'axe ax' est son axe opti-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 82, p. 307.

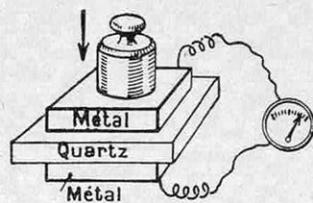


FIG. 3.
EFFET PIÉZO-ÉLECTRIQUE

Sous l'influence d'un effet mécanique dans le sens de la flèche, le quartz se charge électriquement sur les deux faces opposées. Par contre, les armatures du quartz se rapprochent ou s'éloignent si on applique, entre elles, un potentiel suffisamment élevé.

est basée sur l'utilisation de l'effet piézoélectrique de certains cristaux, découverts en 1881 par Pierre Curie. Considéré pendant de longues années comme simple expérience de laboratoire, c'est seulement pendant la guerre que le phénomène de piézoélectricité a reçu une application pratique, grâce aux travaux de M. Langevin, qui en a établi la théorie générale et l'utilisa pour l'établissement des émetteurs d'ultrasonores (1).

L'application de l'effet piézoélectrique à la stabilisation des fréquences des postes émetteurs, dans sa forme actuelle universellement adoptée, est due particulièrement aux études longues et délicates que M. Tournier, le grand spécialiste de la ques-

que. Considérons une section du cristal perpendiculaire à son axe optique (ABCDEF). Les diagonales AD, BE, CF sont appelées des axes électriques. Tailions dans le cristal une plaque qui sera perpendiculaire à un des axes électriques et parallèle à l'axe optique (1 2 3 4, fig. 2).

Si, de chaque côté de la plaquette (fig. 3) ainsi découpée, on dispose des armatures métalliques et si on exerce sur elles une pression, on observe que ces armatures se chargent électriquement. Par contre, on verra ces armatures se déplacer si on applique entre elles une différence de potentiel continue, ou vibrer si la différence de potentiel est alternative.

Si on fait varier progressivement la fréquence du potentiel alternatif appliqué aux

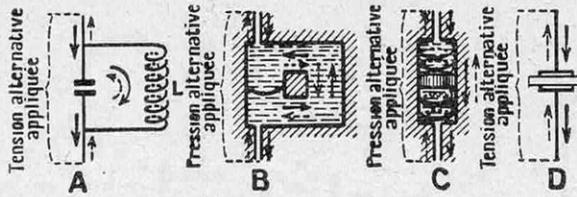


FIG. 4. — ANALOGIE HYDRAULIQUE D'UN CIRCUIT OSCILLANT ET D'UN CIRCUIT A QUARTZ

Le circuit oscillant électrique A comporte une capacité c et la selfinduction L . Le courant alternatif charge positivement tantôt l'une, tantôt l'autre armature du condensateur, en traversant chaque fois la self L , qui oppose une certaine inertie. Dans le modèle hydraulique B, c'est la membrane classique qui joue le rôle du condensateur et la masse du liquide, le rôle de l'inertie de la self L . Il est aisé de concevoir que, pour une fréquence déterminée, les impulsions alternatives appliquées correspondant à la période propre de la colonne liquide, cette dernière commencera à osciller. Dans le cas du quartz D, c'est l'inertie mécanique de ce dernier qui joue le rôle de la self, et c'est elle qui, en collaboration avec la capacité entre les deux armatures, détermine la période propre du circuit. Le modèle hydraulique C remplace l'action de la capacité par l'action élastique de deux ressorts, et remplace l'inertie mécanique du quartz par l'inertie de la masse métallique séparant les deux ressorts.

bornes de la plaquette, on observe que, pour une fréquence donnée, le quartz rentre en résonance; ses vibrations deviennent très fortes et peuvent même faire rompre le cristal pour des variations de potentiel suffisamment élevées.

Les déplacements des armatures sont produits par le potentiel variable extérieur, mais ces déplacements produisent sur les armatures, à leur tour, une charge variable secondaire. Au moment de la résonance, les charges extérieures et les charges secondaires sont en phases.

Le quartz piézoélectrique se comporte, par conséquent, comme un circuit oscillant qui, comme on le sait, rentre également en vibrations électriques pour une fréquence donnée du potentiel appliqué à ses bornes.

La figure 4 nous permet de mieux comprendre l'analogie existant entre un circuit oscillant et le quartz, en les comparant à leur modèle hydraulique.

La plaquette de quartz, avec ses deux armatures, équivaut donc, électriquement, à un circuit oscillant ayant une période propre. Ainsi, une lame de quartz de 2 millimètres d'épaisseur et de 1 centimètre carré de surface a une fréquence de 1.500 kilocycles, autrement dit correspond à un

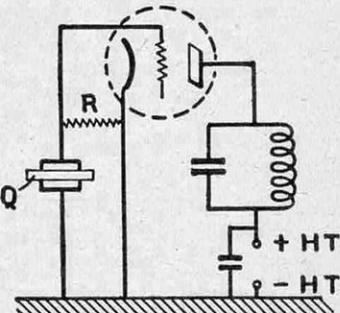


FIG. 6. — PRINCIPE DE L'OSCILLATEUR A QUARTZ

Le principe de l'oscillateur à quartz est celui du circuit d'Armstrong. Le circuit accordé de la grille est remplacé par le quartz oscillant Q. Le circuit accordé de la plaque est conservé et est accordé sur la fréquence propre du quartz.

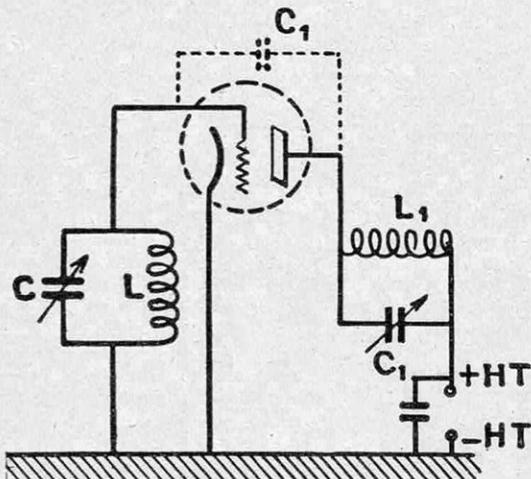


FIG. 5. — OSCILLATEUR TYPE « ARMSTRONG »

Ce montage comporte deux circuits oscillants CL et C_1L_1 , accordés sur la même fréquence : un dans le circuit-plaque et l'autre dans le circuit-grille. C'est la capacité entre la plaque et la grille à l'intérieur de la lampe qui servira de liaison entre les deux circuits accordés et les fera osciller sur la fréquence correspondant à leur accord commun.

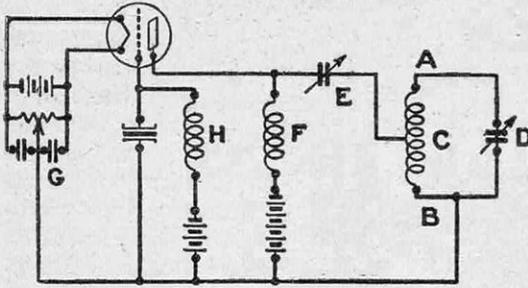


FIG. 7. — L'OSCILLATEUR A QUARTZ

Le bon fonctionnement de l'oscillateur exige que le couplage entre le circuit-plaque CD soit très faible. Il est assuré par le condensateur E agissant sur une partie CB de la self AB (self du circuit-plaque). D, condensateur d'accord du circuit-plaque; E, condensateur de couplage; F, self de choc HT; H, self de choc du circuit de polarisation; G, condensateur de découplage du circuit de chauffage.

circuit oscillant ayant une longueur d'onde de 200 mètres.

Mais si, comme nous l'avons vu, la stabilité du circuit oscillant est relativement faible, celle du quartz piézoélectrique est remarquable. Fonction de sa forme géométrique, sa fréquence propre n'est évidemment pas influencée par les secousses ou trépidations mécaniques. Seules les variations de température influent sur la fréquence, mais dans des limites infiniment faibles. Ainsi, une élévation de la température de 1 degré centésimal produit une diminution de fréquence de 1 à 4 millionièmes. D'ailleurs, même ces variations infiniment faibles peuvent être complètement supprimées par l'application du thermostat, excessivement facile à utiliser par suite des faibles dimensions du quartz oscillant.

Comment on utilise le quartz pour la stabilisation des fréquences

Ayant un cristal piézoélectrique, c'est-à-dire un élément se caractérisant par une

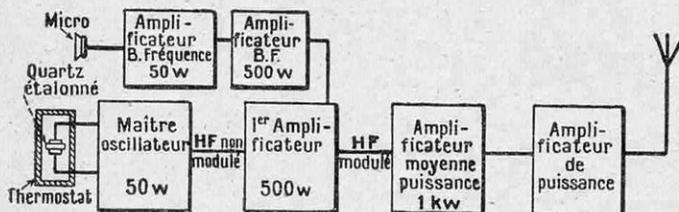


FIG. 8. - SCHEMA D'UN ÉMETTEUR CONTROLÉ PAR LE QUARTZ

Les oscillations à haute fréquence, produites par le quartz, sont très faibles. Les amplificateurs successifs augmentent progressivement leur amplitude. Le schéma ci-dessus donne l'idée très nette de la complexité de l'installation, qui permet au fragile cristal de contrôler une puissance de plusieurs dizaines de kilowatts mis en jeu dans l'antenne.

fréquence propre pratiquement invariable, il était normal d'essayer de l'utiliser pour le contrôle de la fréquence des postes émetteurs. Plusieurs méthodes furent successivement proposées et abandonnées. Actuellement, le principe suivant semble être universellement adopté :

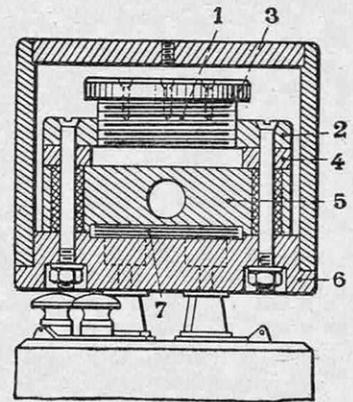
Un oscillateur local d'une très faible puissance est directement commandé par un quartz taillé de façon à avoir une période propre correspondante. Le courant de haute fréquence produit par le premier oscillateur, dit « maître oscillateur », est ensuite amplifié et envoyé dans l'antenne.

Divers moyens de commande par quartz

FIG. 9.
SUPPORT DU
QUARTZ OSCIL-
LANT

Le dessin représente la coupe du support adopté par les Laboratoires Standard. Le quartz se trouve serré entre le bouchon métallique 3 et la base également métallique 5.

Une bague isolante 4 sépare les deux armatures. Une résistance chauffante 7 est placée sous l'armature 5, qui possède un canal cylindrique destiné à recevoir le thermostat. Le tout est protégé par un couvercle monté sur le support 6.



du « maître oscillateur » sont actuellement utilisés. Le plus stable est basé sur l'application du montage Armstrong (fig. 5). Ce dernier montage comporte, comme on le sait, deux circuits oscillants : un dans le circuit-plaque et l'autre dans le circuit-grille d'une lampe à trois électrodes. C'est la capacité intérieure de cette dernière qui joue le rôle de couplage entre les deux circuits et permet à l'ensemble de « s'accrocher » et de produire des oscillations entretenues de haute fréquence.

Dans le montage élaboré par M. Tournier, le circuit oscillant de la grille est remplacé par un quartz dont la période propre est égale à la période propre du circuit-plaque. Le quartz piézoélectrique étant, au point de vue électrique, équivalent au circuit oscillant, il est évident que les oscillations entretenues s'établissent

sent et que leur période propre est rigoureusement égale à celle du quartz (fig. 6).

En réalité, le montage est quelque peu compliqué, comme le montre la figure 7. En effet, on a trouvé que le fonctionnement stable du système exige que le couplage du circuit-plaque et du quartz soit très lâche. La polarisation-grille est assurée, non par la résistance obligatoirement élevée en parallèle sur le quartz, mais par une batterie spéciale qu'une self de choc protège de la haute fréquence.

Les oscillations produites par le « maître oscillateur » sont ensuite transmises à un amplificateur primaire qui met déjà en jeu, dans son circuit-plaque, une puissance de quelques centaines de watts. C'est dans le dernier étage de cet amplificateur que les oscillations musicales attaquent les oscillations de haute fréquence et les modulent.

Le courant de haute fréquence ainsi modulé est transmis à un amplificateur de moyenne puissance développant une puissance de 1 kilowatt environ. Enfin, un dernier amplificateur, dit « de puissance », amplifie encore l'amplitude des oscillations et les transmet à l'antenne. La figure 8 donne, sous une forme schématique, l'ensemble de divers

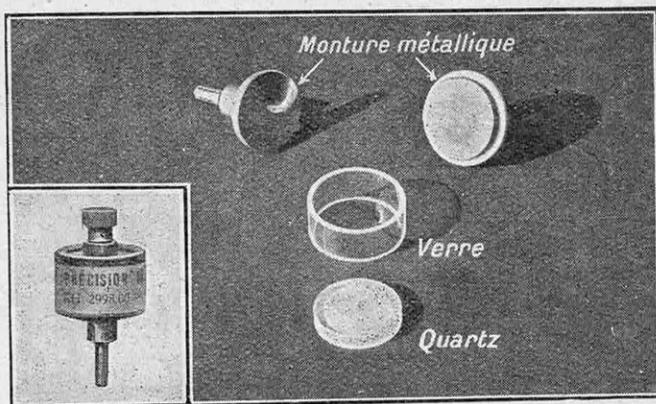


FIG. 11. - UN « QUARTZ » ET SES ÉLÉMENTS CONSTRUCTIFS

Ces cristaux piézoélectriques, montés d'une façon relativement simple, sont utilisés couramment par les laboratoires et les amateurs-émetteurs employant des ondes courtes.

éléments constituant un émetteur contrôlé par quartz. L'aspect extérieur d'un « maître oscillateur » est montré par la figure 10.

La stabilité de la fréquence d'un « maître oscillateur » bien établi est remarquable et dépend peu des conditions de fonctionnement de sa lampe oscillatrice. Ainsi, des variations de 10 % du courant de chauffage ou de la tension-plaque ne font varier la fréquence que de 2 millièmes de la fréquence nominale. Par contre, les variations de température du quartz modifient beaucoup plus la fréquence, et un écart de 1 degré de la température prévue à l'étalonnage amène une variation égale à quelques dix-millièmes de la fréquence d'étalonnage : ainsi, pour une onde de 300 mètres (soit une fréquence de 1.000 kilocycles), une variation de 0,2 kilocycle environ. Par conséquent, une variation de température de 10 degrés peut produire une variation de fréquence de 2 ou 3 kilocycles, ce qui est inadmissible.

Pour éviter ces variations et rendre le quartz absolument stable, on le place habituellement dans un thermostat qui, réuni au secteur, maintient automatiquement le cristal à une température constante à quelques dixièmes de degrés près, ce qui est plus que suffisant en pratique.

Présentation industrielle du quartz oscillant

Comme nous l'avons noté plus haut, la fréquence caractéristique

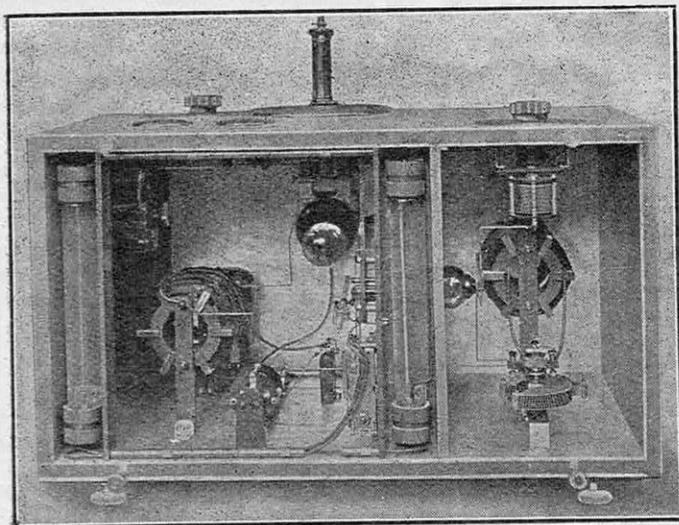


FIG. 10. — UN MAÎTRE OSCILLATEUR

On distingue, au centre, la lampe oscillatrice agissant sur le circuit accordé de la plaque, dont on distingue, à droite, la self et le condensateur. Le quartz, protégé par une ampoule vidée d'air, se trouve dans l'angle droit du compartiment gauche contenant aussi les divers circuits d'alimentation et de contrôle.

d'une plaquette de quartz est fonction de ses dimensions géométriques. Lors de la fabrication, ces dernières doivent donc être déterminées avec le plus grand soin et précision. On aura idée de l'exactitude de ce travail en considérant que le parallélisme des faces est vérifié optiquement, par interférence, avec une précision dépassant 1 dix-millième de millimètre.

Les cristaux taillés avec une telle exactitude doivent évidemment être protégés et se présentent, normalement, enfermés dans des armatures de formes diverses. La figure 9 donne la coupe du support du Laboratoire Standard. Il est intéressant de noter qu'une résistance est posée sous le bloc supportant le quartz et qu'un trou horizontal percé dans ce bloc permet d'y loger le thermomètre régulateur du thermostat. La figure 10 représente un montage beaucoup plus simple, destiné à des installations moins importantes. Enfin, la figure 12 représente un quartz placé dans le vide, afin de le soustraire à l'action de l'atmosphère ambiante.

Un grand nombre de fabricants produisent actuellement des cristaux piézoélectriques. La forme des supports peut varier, par con-

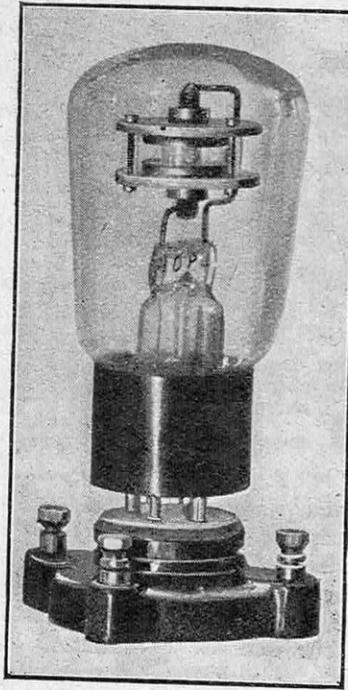


FIG. 12. — ÉLÉMENT PIÉZO-ÉLECTRIQUE DANS LE VIDE

Placé dans une ampoule vidée d'air, le « quartz » est soustrait à toute action atmosphérique qui pourrait influencer fâcheusement son fonctionnement.

pas oublier que c'est grâce à la découverte, « dépourvue de toute utilité pratique », de Pierre Curie que les stations possèdent un véritable cœur fidèle et indérégable et que l'ordre règne dans le domaine des ondes.

C. VINOGRADOW.

Au cours de l'été prochain, pour la première fois, les pétroles de l'Irak (1) vont venir concurrencer sur le marché européen les autres producteurs. On sait que ce gisement pétrolifère de Mossoul est réparti entre quatre sociétés : l'Anglo Persian, la Standard Oil, la Royal Dutch et la Compagnie Française des Pétroles. Les trois premières sociétés sont étrangères et fournissent à elles seules les trois quarts du monde entier. Elles seront les premières à profiter de ces nouvelles ressources obtenues à un prix particulièrement avantageux, ce qui leur permettra d'améliorer les conditions de leur exploitation d'ensemble en arrêtant l'extraction des puits moins bien placés que ceux de la région de Mossoul et dont les prix de revient sont plus onéreux. Nous montrerons ultérieurement les avantages que la France retirera prochainement, au point de vue de son approvisionnement en naphte, en s'affranchissant — partiellement du moins — des importations pétrolifères étrangères. C'est là un problème qui intéresse non seulement notre économie nationale, mais aussi le marché pétrolier européen. Il ne faut pas se dissimuler que la mise en exploitation des pétroles de l'Irak peut entraîner des conséquences économiques incalculables. Nous y reviendrons.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 181, page 57.

LA FORÊT LANDAISE, SOURCE DE RICHESSES INDUSTRIELLES

Par G. DUPONT

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS
ANCIEN DIRECTEUR DE L'INSTITUT DU PIN, DE BORDEAUX

Depuis que la concurrence américaine s'est affirmée dans le domaine des produits résineux naturels, un effondrement des prix s'est littéralement manifesté, en France, dans cette admirable région landaise qui avait connu tant de prospérité après la guerre. L'importance de cette question économique n'a pas échappé au Parlement, et, à la suite d'un récent débat devant le Sénat, la question a été résolue dans le sens favorable aux gemmeurs pour aider, autant qu'il se peut, les industries et les propriétaires de pins en tenant compte des possibilités budgétaires. Quand on pense que les Etats-Unis fournissent au monde les trois quarts de la résine consommée, on peut s'alarmer à juste titre de voir l'une de nos plus belles productions ainsi handicapée. Pour montrer les richesses industrielles de la forêt landaise, notre éminent collaborateur, M. Dupont, qui a créé et dirigé l'Institut du Pin, de Bordeaux, était le plus qualifié pour exposer le sujet.

LA forêt landaise couvre, entre la Garonne, l'Adour et l'Océan, un vaste triangle de plus d'un million d'hectares s'étendant sur une grosse partie des départements des Landes et de la Gironde, et une proportion moindre des départements du Lot-et-Garonne et de la Charente-Inférieure.

Cette région est restée, jusqu'à la fin du XVIII^e siècle, une vaste savane infertile et malsaine, et sa mise en valeur est l'une des plus admirables conquêtes du génie humain.

Le sol de la région est, en effet, constitué de sable quartzueux à peu près exempt de tout autre constituant que la silice. Ce sable, dont l'océan rejette constamment de nouvelles quantités sur la côte, forme, sur tout le pays, une couche qui, souvent, dépasse plusieurs centaines de mètres d'épaisseur. Mais, à une faible profondeur au-dessous de la surface, les matières humiques, entraînées par les eaux, sont précipitées et agglomèrent le sable en formant une couche imperméable : l'*alios*.

Sur ce fond imperméable, les eaux de pluie s'accumulaient l'hiver, transformant le pays en une immense lagune. L'été, l'évaporation, au contraire, laissait émerger un sable aride couvert, par endroits, d'étangs pestilentiels.

Le sable rejeté par l'Océan forme, d'autre part, le long de la côte, sur une largeur moyenne de 9 kilomètres, une barrière de hautes dunes qui, par endroits, dépassent

100 mètres. Ces dunes empêchaient l'écoulement des eaux vers la mer et leur sable ténu, emporté par le vent, allait au loin, jusqu'aux portes de Bordeaux, couvrir le sol de son manteau gris, étouffant tout essai de végétation.

Une population rare, décimée par les fièvres, vivait misérablement dans le pays du produit de maigres troupeaux de moutons que gardaient des bergers juchés sur de hautes échasses.

Brémontier, après d'opiniâtres efforts, réussit à fixer les dunes côtières par des semis de pin maritime. Derrière le rideau protecteur ainsi formé, Chambrelent entreprit l'assèchement, par drainage, des 500.000 hectares de marais qui couvraient le pays. Sur le sol ainsi fixé et assaini (1860), s'étendit rapidement cette merveilleuse forêt de pins qui, outre la santé et la vie, vint bientôt apporter au pays une prospérité inespérée.

Cette forêt, regardée seulement au début comme un moyen d'assainissement et de protection, devint en effet rapidement une source de revenus. Les bois furent d'abord seuls exploités, mais bientôt, surtout après la guerre de Sécession, l'extraction des résines apporta une richesse nouvelle.

Cette prospérité s'amplifia après guerre, du fait de l'industrialisation de la région et du développement du tourisme.

Aux industries anciennes d'extraction, qui se contentaient de tirer de la forêt les produits résineux et le bois, sont venues



FIG. 1. — VOICI COMMENT ON RÉCOLTE LA RÉSINE DANS LA FORÊT LANDAISE

La résine ne s'écoule pas spontanément de l'arbre ; mais cet écoulement doit être provoqué par une « blessure », la carre, que le résinier ouvre, à la fin de l'hiver, à la base du tronc. Sur cette plaie, large de 10 centimètres environ, viennent perler des gouttelettes d'un liquide brillant, la « gemme », qui viennent se rassembler dans un pot de terre vernissée disposé à la base de la carre. Cette technique n'a pas changé : elle est simple et suffisante. Par contre, la Science est intervenue dans le traitement et les applications des produits résineux, et l'Institut du Pin de Bordeaux témoigne de cette activité.

s'ajouter des industries nouvelles ayant pour but la valorisation de ces produits.

D'autre part, des peintres, des poètes, admirateurs enthousiastes de la lande gasconne et de ses charmes si prenants, vulgariseront la beauté de ses sites, la majesté de ses grands bois et de sa côte sauvage, l'admirable décor de ses lacs et de ses dunes.

La Côte d'Argent devint un des bijoux touristiques de la France, en même temps que l'une de ses régions les plus salubres.

Hélas ! la grande crise actuelle a changé tout cela, et la merveilleuse prospérité d'hier a fait place à une misère d'autant plus complète que l'activité du pays est obligatoirement spécialisée et que son sol est incapable, sans la vente des produits forestiers, de nourrir sa population actuelle.

Les produits landais étaient en majeure partie exportés ; ces exportations sont, aujourd'hui, à peu près complètement arrêtées, du fait, sans doute, du ralentissement général des affaires, mais aussi et surtout pour d'autres raisons, telles que les suivantes : les poteaux de mine ne sont plus pris par les mines anglaises, qui trouvent, en Suède et en Russie, des frêles plus avantageux, et l'Amérique, pour nourrir des travailleurs nègres jadis en grand nombre employés à la culture du coton, continue à tirer de ses forêts naturelles de pins des tonnages de produits résineux qui ne sont plus en rapport avec les besoins actuels. Un chiffre indiquera l'importance de la chute : la gemme de pin qui, en 1926, valait 5 fr 50 le kilogramme, ne se vend plus que 0 fr 90.

On comprend la raison qui, malgré les difficultés budgétaires, a porté le gouvernement à aider le laborieux pays landais à ne pas mourir et à lui permettre non pas d'attendre paresseusement des jours meilleurs, mais de rechercher pour ses produits des débouchés nouveaux.

Dans ce qui suit, je veux indiquer dans quelles voies les efforts ont été conduits jusqu'à ce jour et ce que l'on en peut espérer.

Le pin maritime, qui, à peu près exclusivement, peuple la forêt landaise, donne non seulement un bois excellent pour divers usages ; mais encore, durant une bonne partie de sa vie, une résine précieuse : la « gemme », qui s'écoule d'entailles pratiquées dans son tronc.

Le pin maritime fournit donc la matière première de deux groupes d'industries, les industries du bois et celles des produits résineux.

A ce titre, il constitue une des richesses de base de notre industrie nationale.

Les industries des produits résineux

Récolte de la gemme

La résine ne s'écoule pas spontanément de l'arbre, mais cet écoulement doit être provoqué par une blessure, la *carre*, que le résinier ouvre, à la fin de l'hiver, à la base du tronc.

Sur cette plaie, large de 10 centimètres environ, viennent perler des gouttelettes d'un liquide brillant, la « gemme », qui viennent se rassembler dans un pot de terre vernissée disposé à la base de la carre.

L'écoulement s'arrêterait assez vite, si le résinier ne rafraîchissait la plaie. Dans ce but, tous les huit jours au début, plus fréquemment en été, le résinier enlève, avec une hache spéciale (le « hapschott »), un mince copeau à la partie supérieure de la carre ; c'est l'opération appelée « piquage ».

La gemme est récoltée de temps en temps : cinq à sept fois dans la saison ; cette récolte constitue l'*amasse*.

L'écoulement s'arrête en octobre ; l'arbre se repose pendant l'hiver. Le gemmage est repris en mars. Les piquages successifs ont pour effet d'allonger progressivement la carre : au bout de quatre à cinq ans, elle atteint une hauteur de 3 à 4 mètres. Pour la saison suivante, le résinier ouvrira une nouvelle carre à la base de l'arbre.

L'extraction méthodique de la résine, qui débute quand l'arbre a vingt-cinq à trente ans, peut ainsi se poursuivre jusqu'à ce que le pin ait atteint l'âge de soixante à quatre-vingts ans. Mais, pendant cette période d'exploitation, la forêt sera progressivement éclaircie, car les têtes des arbres ne doivent pas se toucher ; la forêt doit rester claire et ensoleillée. Quand un arbre doit être abattu, soit pour l'éclaircissage, soit pour renouveler la forêt, on le soumet au préalable, pendant trois ou quatre ans, à un gemmage intensif destiné à l'épuiser ; dans ce but, on ouvre sur le tronc le maximum de carres compatibles avec l'état de son écorce : c'est le « gemmage à mort ».

Le rendement en gemme de chaque arbre est très variable avec son âge, son exposition et le nombre de carres qu'il porte. En moyenne, cette production peut être évaluée à 1 kg 800 par carre. La production totale de gemme pour la forêt landaise est de 120.000 tonnes environ. La France se place, pour cette production, au deuxième rang des pays producteurs, après les Etats-Unis. C'est là un fait non négligeable, quand on songe à l'importance prise par les résines dans l'industrie moderne.



FIG. 2. — L'OPÉRATION MÉCANIQUE DU DÉBROUSSAILLAGE DANS LA FORÊT LANDAISE. Voici les « débroussailleurs » modernes en action pour écraser les sous-bois et les hacher plus ou moins. Cette opération est destinée à dégager les jeunes semis de pins et à favoriser la croissance.

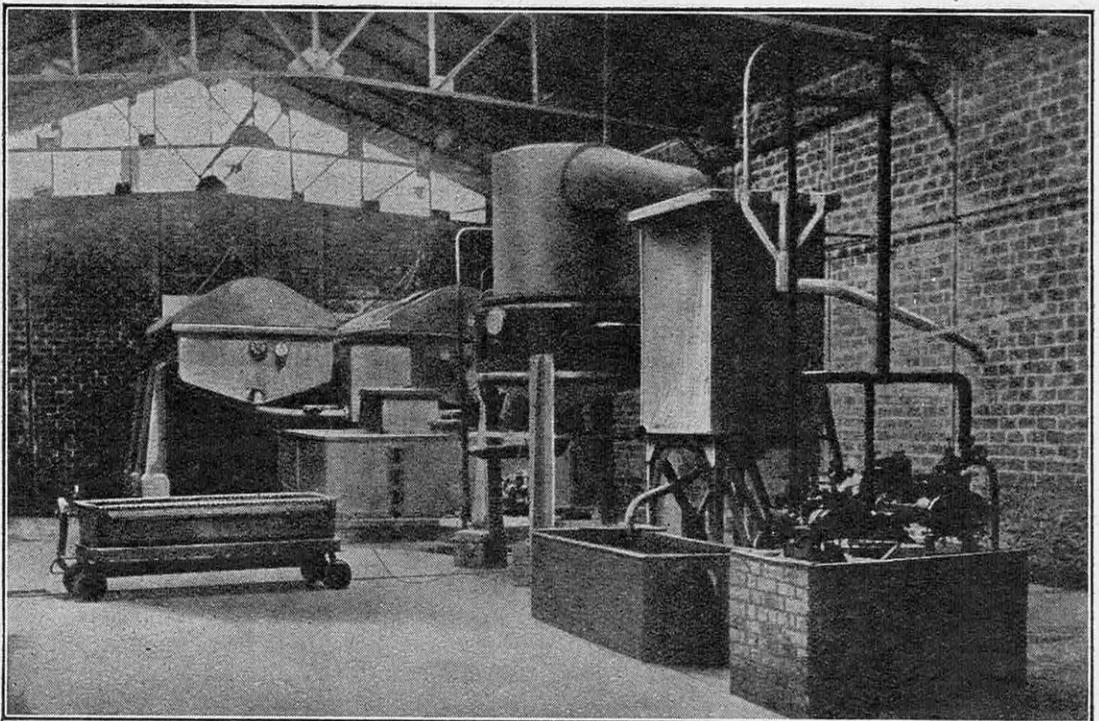


FIG. 3. — VOICI UNE INSTALLATION INDUSTRIELLE POUR LA DISTILLATION DE LA GEMME. La distillation de la « gemme », donne deux produits de valeur : l'un volatile, l'essence de térébenthine, excellent dissolvant, l'autre solide, la colophane, aux applications multiples (matières plastiques, etc.)

Le traitement de la gemme

La gemme n'a que très peu d'usages dans son état naturel, mais elle contient deux produits de valeur : une essence volatile, l'essence de térébenthine, et un produit fixe, la colophane. Nous ne pouvons entrer ici dans le détail des opérations qui permettent la séparation de ces deux constituants, et nous nous contenterons d'en donner le principe.

La gemme subit d'abord une épuration destinée à séparer, par fusion, décantation et filtration, l'eau et les matières étrangères qu'elle contient. Cette gemme épurée, la « térébenthine », est ensuite soumise à une distillation, destinée à séparer l'essence volatile du constituant fixe : la « colophane ».

La distillation ne peut se faire à la pression ordinaire sans provoquer la décomposition de la colophane. Par suite, on l'effectue quelquefois dans le vide, mais, le plus généralement, en entraînant par un barbotage de vapeur d'eau l'essence contenue dans la gemme.

Quant aux appareils utilisés pour ces opérations, ils sont de types très variés, depuis le vieil appareil à feu nu et les appareils discontinus modernes à vapeur jusqu'aux appareils méthodiques continus à grand débit, à vide ou à la vapeur.

L'essence de térébenthine est récoltée à la base des condensateurs et séparée de l'eau qui l'accompagne ; elle est directement marchande. Quant à la colophane, elle est souvent coulée dans des plateaux de zinc et soumise, pendant quelques semaines, à l'action des rayons solaires. On obtient ainsi les belles colophanes extra-pâles dont notre industrie française a eu longtemps le monopole.

L'essence de térébenthine

L'essence de térébenthine est constituée de différents terpènes, carbures de formule $C^{10}H^{16}$, mélangés d'une petite quantité de sesquiterpènes ($C^{15}H^{24}$).

La nature et les proportions des terpènes constituant l'essence de térébenthine varient avec la variété de pin qui les fournit. Ce qui fait, au point de vue des applications chimiques, la valeur de l'essence de térébenthine de Bordeaux, c'est, d'une part, la constance de sa composition — puisqu'elle ne provient que d'une seule espèce de pin — et, d'autre part, son homogénéité, car elle ne contient que très peu de sesquiterpènes (moins de 5 %) et les terpènes qui la composent sont uniquement les deux « pi-

nènes » qui donnent, avec des rendements pratiquement identiques, les mêmes dérivés industriels.

Les usages des essences de térébenthine ont, tout d'abord, été des usages physiques : comme solvants, elles servent, en effet, depuis longtemps, à la confection de peintures, de vernis gras et de produits d'entretien (cirages, encaustiques, etc.). Pour ces usages, l'essence de térébenthine est actuellement concurrencée par le « white spirit », nom américain qui pare le pétrole. Mais cette substitution, qui a pu économiquement se défendre quand l'essence de térébenthine était à des prix excessifs, n'a plus aucune raison d'être aujourd'hui : les peintures et vernis à l'essence de térébenthine sont nettement supérieurs aux mêmes produits à base de pétrole, surtout quand l'essence de térébenthine contient des produits d'oxydation. On comprendra cette propriété en considérant que le « white spirit » est un produit inerte, qui s'évapore en pure perte, tandis que l'essence de térébenthine s'oxyde, en entraînant l'oxydation de l'huile de lin : elle joue le rôle de siccatif et laisse dans le film de vernis ses propres produits d'oxydation, qui y jouent le rôle de plastifiant. Dans les produits d'entretien, d'autre part, l'essence de térébenthine laisse une odeur agréable, tandis que les pétroles ne peuvent qu'empester l'atmosphère.

En dehors de ces usages physiques, l'essence de térébenthine a des emplois chimiques, dont les plus importants sont les préparations industrielles du camphre, de la terpine et du terpinéol synthétiques. Le camphre synthétique est aujourd'hui utilisé en grosses quantités pour la fabrication du celluloid. La terpine est un produit pharmaceutique dont les débouchés restent sans doute limités ; mais le terpinéol et ses éthers sont une base précieuse, et à bas prix, de parfums synthétiques dont l'emploi, déjà répandu, semble pouvoir s'étendre encore beaucoup. Pour ces divers usages, l'essence de térébenthine de Bordeaux est, grâce à sa haute qualité, particulièrement recherchée.

Le terpinéol, en outre, a trouvé récemment des applications nouvelles, susceptibles de lui ouvrir des débouchés illimités, comme produit mouillant dans le travail des textiles, pour la flottation du minerai, pour la préparation de bouillies anticryptogamiques et comme anti-mousse en papeterie.

La colophane

La colophane, dont les usages étaient jadis assez restreints, trouve tous les jours

des débouchés nouveaux. Elle est utilisée pour la confection de vernis, soit telle quelle, soit plus avantageusement à l'état de sels (les résinates de chaux, de zinc, de manganèse, de cobalt, etc.), soit, mieux encore, à l'état d'éther-sel, de la glycérine.

L'industrie a également réussi, en combinant la colophane à certaines résines synthétiques comme la bakélite (1), à obtenir une riche gamme de produits résineux qui permettent de répondre à toutes les exigences des fabricants de vernis, aussi bien pour les vernis gras que pour les vernis à l'alcool ou les vernis celluloseux. L'emploi de ces copals synthétiques, connus sous le nom d'« albertols », tend à se répandre beaucoup.

Un autre gros débouché des colophanes existe dans la fabrication des savons : le résinate de soude est doué d'un pouvoir détersif considérable, en sorte que l'addition de résines aux matières grasses pour la fabrication des savons améliore nettement la qualité de ceux-ci. Les savons industriels dits 72 % contiennent aujourd'hui couramment de 5 à 20 % de résine (par rapport à la matière grasse) et les savons bien faits à haute dose de résine sont, malgré un prix de revient nettement inférieur, d'une qualité excellente et ont le gros avantage de rester très détersifs et mousseux, même avec l'eau de mer ou avec les eaux calcaires. Les savons purs de résine sont, d'autre part, depuis longtemps et en grosses quantités, utilisés pour l'encollage du papier.

Enfin, la distillation sèche des résines donne des « huiles de résine », pour la fabrication de lubrifiants divers, d'encre d'imprimerie, de poix diverses (poix de brasserie), d'isolants, de matières plastiques, etc.

Les industries du bois de pin

Le bois de pin est, en poids sinon toujours en valeur, le gros produit de la forêt landaise. Le tonnage des bois travaillés pouvait s'évaluer, avant la crise actuelle, à environ 1.700.000 tonnes se répartissant ainsi :

	Tonnes
Poteaux de mine.....	800.000
Traverses de chemin de fer..	450.000
Poteaux télégraphiques.....	15.000
Planches pour caisses et fûts..	100.000
Madriers et divers.....	335.000

D'autre part, les bois de feu, les déchets de scierie ou d'abatage, les bûches, les faissonats, les souches peuvent être évalués à 2 ou 3 millions de tonnes. C'est donc à 4 à 5 millions de tonnes de ligneux que l'on peut

évaluer la production totale de la forêt landaise. C'est la réserve de bois la plus importante de France, aussi son exploitation méthodique présente-t-elle un très vif intérêt.

La crise actuelle a porté un rude coup au bois de pin. Les poteaux de mine, qui étaient en presque totalité exportés vers l'Angleterre, sont aujourd'hui, sur ce marché, fortement concurrencés par les bois du Nord, d'autant que l'électrification des chemins de fer français, et particulièrement de la Compagnie du Midi, ont fortement restreint les importations de charbon anglais par les ports de Bordeaux et de Bayonne et, de ce fait, fait disparaître un frêt de retour avantageux pour les poteaux de mines.

La recherche de débouchés nouveaux pour le bois de pin a conduit l'industrie à tenter l'utilisation du bois dans deux directions, la carbonisation et la papeterie.

La carbonisation du bois de pin présente aujourd'hui un gros intérêt national, celui d'offrir, grâce à l'emploi des gazogènes, un combustible capable de remplacer les combustibles liquides que la France doit importer. Deux solutions semblent données aujourd'hui à ce problème : l'une consiste à agglomérer le charbon de bois (carbonite), afin d'en constituer des boulets propres à l'emploi au gazogène ; l'autre, celle du « charbon roux », cherche, au contraire, à utiliser directement au gazogène le bois torréfié à une température telle que ses constituants nuisibles (eau, gaz carbonique, etc.) se trouvent seuls éliminés sans que sa puissance calorifique initiale se trouve abaissée. Cette méthode semble devoir donner une solution économique intéressante au problème du carburant national.

En ce qui concerne la fabrication des pâtes à papier, la France est encore largement tributaire de l'étranger, comme nous l'exposons par ailleurs (1). La situation est d'autant plus grave qu'en temps de guerre la cellulose est une matière particulièrement indispensable à la défense du pays, puisqu'elle est la base même de la préparation des poudres de guerre. Il était naturel de chercher à utiliser le bois de pin des Landes pour cette fabrication. Actuellement, cinq usines de cellulose fonctionnent dans la région landaise. Ces usines, dont la production est aujourd'hui réduite par l'effet de la crise, sont susceptibles de produire 36.000 tonnes de cellulose et d'utiliser, pour cette fabrication, 200.000 tonnes de poteaux de mine. Ces usines fabriquent surtout les papiers Kraft, papier d'emballage de très

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 202, page 317.

(1) Voir page 368.

haute résistance ; certaines confectionnent avec ce papier des sacs à ciment, sacs dont l'emploi, extrêmement répandu à l'étranger, se développe rapidement en France et est susceptible de consommer un énorme tonnage de papier.

La fabrication des autres sortes de pâtes à papier (les pâtes mécaniques, les pâtes blanchies, ainsi que le papier journal) est à l'étude à présent dans la région landaise ; ce sera sans doute la réalisation de demain.

Nous avons cherché à montrer, dans ce qui précède, l'importance industrielle et nationale de la forêt landaise. Cette forêt, créée de toutes pièces par l'homme, est typiquement une forêt industrielle, méthodiquement entretenue et exploitée.

Le pays landais, jadis uniquement agricole, tend de plus en plus à s'industrialiser ; des usines prennent les produits bruts de la

forêt et tendent à les transformer sur place en produits manufacturés. Jadis, la forêt landaise exportait la majeure partie de ses produits à l'état brut : essence de térébenthine, colophane, poteaux de mine, planches de caisses, etc. Aujourd'hui, ses industriels tendent de plus en plus à les valoriser sur place : usines de terpinéol, de camphre, de résinates, d'éthers résiniques, d'huiles de résine, papeteries, usines de carbonisation, etc. Cette évolution ne se fait pas, on doit s'en douter, sans quelques heurts, sans de grosses difficultés, surtout dans la période actuelle, mais elle doit se développer.

Le pays landais ne sera à l'abri des crises telles que celle qui, aujourd'hui, menace sa gravement son avenir, il n'aura son lendemain assuré que lorsqu'il aura en mains tous les moyens d'utilisation et de valorisation de ses produits.

G. DUPONT.

L'AVENIR DE LA SOUDURE ÉLECTRIQUE

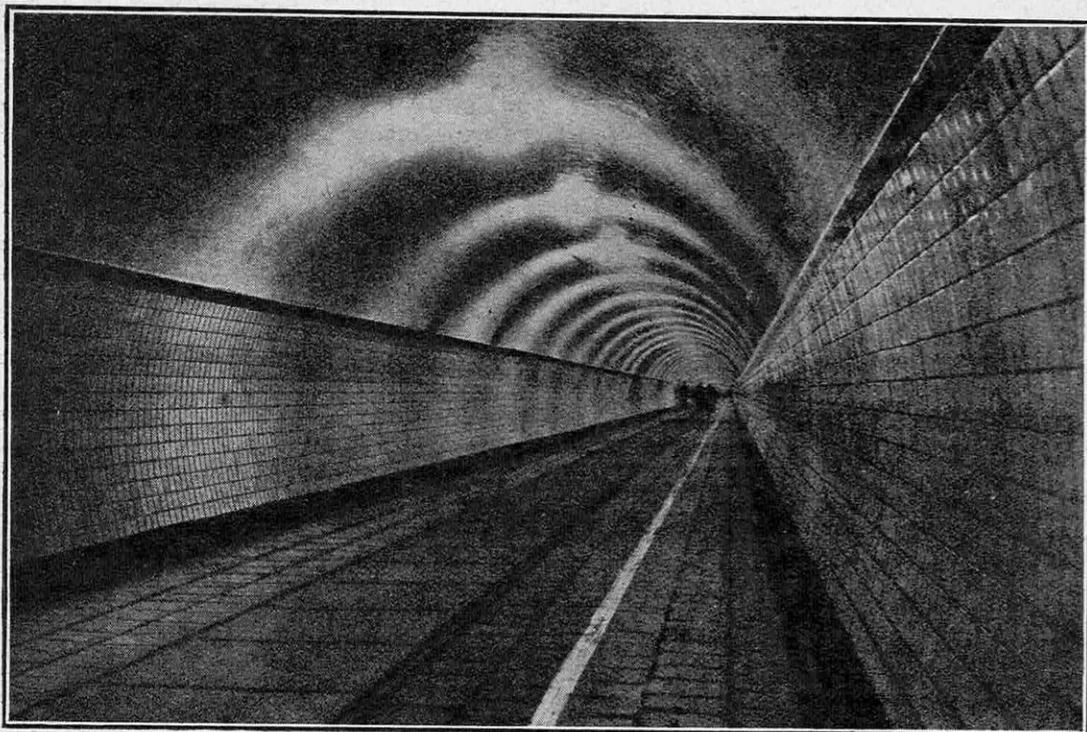
LA soudure électrique prend chaque jour, dans l'industrie, une place de plus en plus appréciée, surtout dans la construction navale et l'industrie automobile. On sait qu'il existe deux genres de soudure électrique : la soudure à l'arc, avec apport de métal, et la soudure par résistance, qui consiste à assembler les parties jointives par simple fusion, sans apport de métal extérieur.

C'est la soudure « par résistance », qui se développe chaque jour davantage ; elle tend à évincer la soudure à l'arc, en particulier, et la soudure autogène, en général (chalumeau oxyhydrique et oxyacétylénique), pour certaines applications. En effet, en supprimant le métal d'appoint, la soudure présente plus d'homogénéité et plus de résistance : non seulement, l'opération est plus rapide, mais l'action de la chaleur sur le métal étant plus limitée, celui-ci n'est pas atteint dans ses qualités essentielles (la structure de la matière n'est pas modifiée). Or, ces modifications peuvent entraîner la formation de zones de moindre résistance — susceptibles de constituer des amorces de rupture — non pas sur les soudures elles-mêmes, mais en des régions même assez éloignées. C'est peut-être à ce phénomène, souvent difficile à déceler *a priori*, qu'est dû le terrible accident du Lac Noir, où l'éclatement d'une conduite forcée entraîna l'inondation et la destruction d'une centrale électrique. L'examen de cette conduite montra, en effet, que la rupture s'était produite du côté opposé aux soudures.

Nous aurons, du reste, l'occasion de revenir sur les procédés de la soudure dans les différentes industries. Mais nous tenions à signaler dès maintenant les progrès de la soudure électrique, à propos de l'achèvement du plus grand navire du monde, *entièrement soudé à l'arc électrique*, construit à *Newcastle on Tyne* pour le compte d'une compagnie d'armements du Canada, spécialisée dans le transport des produits pétroliers.

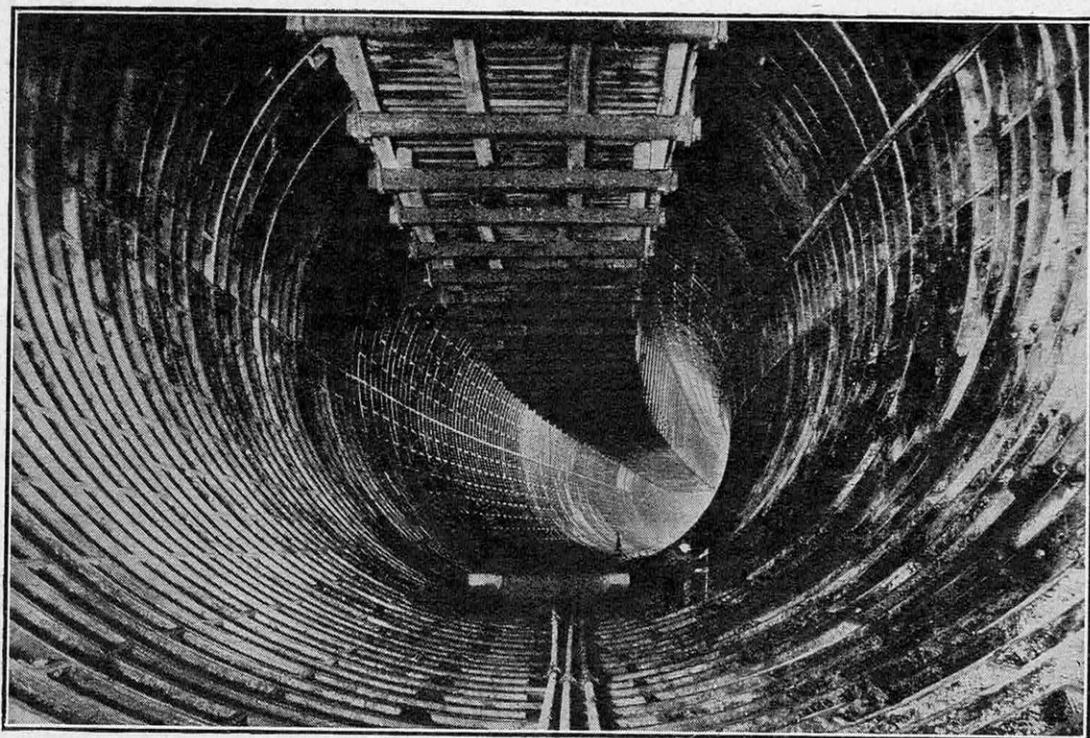
C'est, en effet, la première fois qu'un navire de près de 1.700 tonnes (portée en lourd) est entièrement construit sans l'emploi d'aucun rivet. Non seulement la solidité du bâtiment en est accrue, mais encore sa légèreté, et cela sans nuire à la résistance de la coque.

Dans un autre ordre d'idées, signalons que le développement de la soudure électrique est susceptible d'avoir, par ailleurs, des répercussions importantes au point de vue professionnel. La soudure autogène au chalumeau et à l'arc exige, en effet, des techniciens expérimentés, ayant fait, par suite, un long apprentissage. Que deviendront ces spécialistes, le jour où l'emploi de la soudure électrique, qui peut être appliquée par de simples manœuvres, sera généralisé dans la plupart des industries ? Il y a là un problème social qu'il convient d'envisager dès maintenant pour ne pas être pris au dépourvu, afin de prendre des dispositions en conséquence pour l'orientation professionnelle de la main-d'œuvre.



LE TUNNEL ROUTIER D'ANVERS (SOUS L'ESCAUT), LE PLUS MODERNE D'EUROPE

Mis en service fin 1933, il doit permettre de « valoriser » la rive gauche de l'Escaut, jusqu'à présent sans communication directe avec la rive droite, où s'étendent la ville et le magnifique port d'Anvers.



LA GALERIE DU GRAND TUNNEL DE LIVERPOOL QUI S'ACHÈVE SOUS LA MERSEY

Le tunnel routier en occupera la partie supérieure, la partie inférieure recevra différentes canalisations.

LE TRANSPORT MODERNE EXIGE UN TUNNEL MODERNE

Par Jean LABADIÉ

Le prodigieux développement des transports aériens pourrait faire croire, à priori, que l'ère des tunnels est aujourd'hui révolue. Il n'en est rien. Plus que jamais, en effet, on prévoit la création de tunnels soit ferroviaires, soit — depuis quelques années — routiers, qui, seuls, peuvent permettre d'assurer une circulation rapide, régulière et toujours plus intense. C'est ainsi qu'après le tunnel d'Anvers, sous l'Escaut (1), on doit inaugurer sous peu, en Angleterre, le tunnel de Liverpool (Mersey) et, en France, le tunnel de Bussang (Vosges). D'autres projets encore plus grandioses sont actuellement à l'étude : percée du mont Blanc, tunnel de Gibraltar, etc. Nous exposons ci-après comment les perfectionnements de la technique ont permis d'entreprendre et de réaliser ces ouvrages d'art avec plus de solidité et plus de rapidité que l'on aurait jamais osé l'espérer. Le tunnel est l'auxiliaire de la route (2) comme du rail.

LE caractère essentiel du progrès, c'est qu'aucune technique nouvelle n'annule les précédentes, mais les oblige à suivre le train. Jamais l'aviation ne tuera la marine, ni les transports par voie de terre ; sinon, il serait incompréhensible que tant de projets de tunnels soient présentement à l'étude ou en voie d'exécution. Malgré les progrès techniques des ferry-boats, le tunnel sous la Manche n'a rien perdu de son actualité, et l'on étudie maintenant le tunnel sous le détroit de Gibraltar. D'autre part, malgré que, pour l'avion, roi de l'air, il ne doive plus y avoir de Pyrénées, — ni d'Alpes, par conséquent — des ingénieurs méditent de percer le mont Blanc d'un souterrain à l'usage des voitures.

Dans les grandes capitales, aucun moyen de transport en surface n'arrête l'extension des chemins de fer métropolitains, surtout en sous-sol. A New York, sous l'Hudson ; à Liverpool, sous la rivière Mersey, on fore des tunnels pour économiser des ponts.

Quant aux tunnels de chemins de fer, ils vont leur train, si l'on peut dire, plus que jamais : après le transpyrénéen de Canfranc, ouvert en 1930, voici que l'on met en chantier deux tunnels sous les Vosges, destinés à relier plus étroitement encore l'Alsace à la mère-patrie.

Entreprenons, si vous y consentez, une exploration de ce nouveau monde souterrain en gestation, afin de comprendre ses raisons d'être, ses difficultés techniques et les moyens les plus modernes que la science lui offre pour les vaincre.

Autant de tunnels, autant de cas d'espèce

Sauf le travail sous-marin des scaphandriers, il n'en est pas qui exige plus de méthode, d'économie de gestes, bref de « rationalisation », que celui des perceurs de montagne. Travailler avec des centaines de mètres de terre au-dessus du chantier ne facilite pas les choses. Creuser une ligne souterraine de métro au cœur d'une ville encombrée n'est qu'un jeu à côté de la percée d'une montagne, parce que le métro se donne autant de puits de dégagement qu'il est nécessaire, ce qui permet à l'entrepreneur d'ouvrir autant de chantiers simultanés qu'il lui plaît sur une même ligne, tandis que le tunnel en montagne (ou sous un bras de mer) n'admet, tout au plus, que deux chantiers d'attaque simultanés : un à chaque extrémité de la galerie. Encore arrive-t-il souvent que l'une de ces deux attaques soit prohibée ou rendue particulièrement onéreuse par les circonstances locales, ainsi qu'il advient pour le tunnel de Bussang sous les Vosges.

Le lombric, ou ver de terre, qui perce sa galerie à la manière d'une foreuse mécanique ; la taupe fouisseuse qui fait avancer la sienne en jouant des plantes de ses pieds à la manière de pelles, tandis que son museau dirige le tracé, sont merveilleusement organisés pour évacuer leurs matériaux : le lombric avale la terre et revient la dégorger à l'orifice d'attaque de sa galerie ; la taupe procède un peu comme l'ingénieur du métro urbain ; elle ne s'enfonce jamais au point de ne pouvoir retrouver la surface chaque

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 187, page 67.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 202, page 293.

fois qu'il lui faut dégager son chantier.

C'est à la méthode du lombric que doit évidemment se résigner le perceur de montagne : un train de wagonnets à bennes basculantes représente assez bien le lombric en question qui vient se gorger sur le chantier d'abatage et se dégorger à l'orifice du souterrain.

Suivant le diamètre de ce dernier et la nature des terrains traversés, la technique procédera par échelons plus ou moins nombreux, mais le procédé de base sera toujours le même. On commence par forer une première galerie de diamètre restreint, juste suffisante pour loger le chemin de fer à voie étroite et les trains de wagonnets. Et, autour de cette galerie centrale, on divise la masse à déblayer en compartiments étagés, qui sont dits de « relevage », concernant la

ou métallique) est encore essentiellement variable, non seulement d'après le souterrain projeté, mais encore avec les différentes sections d'un même souterrain, d'après la nature du terrain à la cote considérée.

Le problème de l'aération et de l'éclairage des tunnels prend un aspect et une importance particuliers avec les souterrains routiers, plus particulièrement destinés à la circulation automobile.

Etant donné ces remarques préliminaires, qui montrent combien peut être variée la technique de percement des tunnels, nous allons passer en revue, de manière très succincte, quatre types de tunnels dont les projets ou l'exécution relèvent de l'actualité et qui correspondent à des cas essentiellement différents. Nous les prendrons dans l'ordre de leur réalisation.



FIG. 1. — COUPE LONGITUDINALE DU TUNNEL DE LA MERSEY (LIVERPOOL)

On aperçoit la nature rocheuse du sous-sol ainsi que la très grande hauteur des entrées, relativement au niveau du fleuve, en prévision des crues pouvant coïncider avec de grandes marées. Deux puits d'aération sont pratiqués sur chaque rive. Leur distance est de 1.586 mètres. La longueur totale de la galerie (en projection horizontale) est de 3.487 mètres.

matière située en hauteur et « d'abatage » pour ceux qui concernent la matière latérale.

S'il s'agit d'un souterrain ferroviaire dont la section circulaire possède un rayon de 4 m. 30, ainsi que c'est le cas des tunnels de Bussang et de Sainte-Marie, actuellement en voie de percement sous les Vosges, il suffit de diviser le souterrain à construire en neuf compartiments : la galerie initiale, surmontée de deux tranches de relevage et bordée de trois tranches d'abatage à droite et d'autant à gauche. Mais s'il s'agit de souterrains routiers à grand rendement, tels ceux qui passent sous l'Escaut, à Anvers, ou sous la rivière Mersey, à Liverpool, dont les diamètres atteignent une quinzaine de mètres, le compartimentage de la matière à déblayer doit être composé d'un plus grand nombre de cellules. La technique d'extraction des roches afférentes à ces divers étages du déblaiement se complique de ce fait, il va sans dire, et varie suivant les cas d'espèce.

Puis se pose le problème du revêtement de la voûte, qui doit s'effectuer au fur et à mesure des travaux d'extraction. La nature de ce revêtement (maçonnerie, béton armé

Le tunnel routier de la Mersey, l'un des plus vastes du monde

Plus encore que le tunnel sous l'Escaut, celui qui est présentement en voie d'achèvement, à Liverpool, au-dessous de l'embouchure de la Mersey, caractérise le cas où le souterrain devient plus pratique que le pont pour la traversée routière d'un grand fleuve.

Ce tunnel, qui sera inauguré en juillet par le roi George V, relie la ville de Liverpool et celle de Bootle, son faubourg, qui se trouvent dans le Lancashire, et les villes de Birkenhead et Wallasey, situées dans le comté de Cheshire. L'ensemble de ces quatre villes totalise 1.250.000 habitants, formant ensemble une agglomération quasi continue et en constantes relations d'affaires. Le pont qu'il aurait fallu établir au-dessus de la rivière aurait exigé qu'il permit le passage des grands navires. On ne pouvait songer qu'à la solution du type « transbordeur », laquelle n'est qu'un perfectionnement du passage par « bacs » flottants. Jusqu'ici, d'ailleurs, ce sont des bacs à vapeur qui assurent le passage. Cette solution est absolument insuffisante devant

l'accroissement formidable du trafic automobile moderne.

Le tunnel étant décidé, on lui assigna un diamètre de 44 pieds (soit environ 14 mètres). Ses entrées devaient être placées à un niveau suffisamment élevé pour n'avoir pas à redouter l'inondation par une conjonction éventuelle d'une forte crue de la rivière et d'une grande marée. Cette considération obligea (voir la fig. 1, page 422) à porter la longueur de la galerie à 2,13 milles, soit 3 km 427 mètres.

La galerie préliminaire fut entamée simultanément par ses deux extrémités en décembre 1925 : les deux chantiers se rejoignirent en avril 1928, au milieu du fleuve, avec une précision telle, dans les alignements, que ceux-ci coïncidèrent avec une approximation inférieure à un « pouce » (2 cm 58).

Le diamètre total de la galerie (qui présente la forme rigoureusement circulaire) atteint 46 pieds. Deux pieds (60 cm 8) sont, par conséquent, réservés au revêtement destiné à assurer son étanchéité. Ce revêtement est constitué par un assemblage de brique de fonte, exactement semblable à celui qui est visible à qui traverse la Seine en métro (Concorde - Chambre des Députés). Mais, ici, le cylindre à revêtir est d'un diamètre qui atteint le triple de celui du souterrain parisien à la traversée du fleuve (en voie unique). De plus, le revêtement de fonte a été lui-même recouvert d'un revêtement de béton.

La pose des éléments métalliques sur la paroi, au fur et à mesure de l'avancement du chantier, a exigé l'emploi d'une machine-outil spécialement imaginée à cet effet : elle comporte un bras de levier tournant centré sur l'axe même du souterrain et qui place

chaque brique, au point qui convient, sur la voûte circulaire.

Le compartimentage des zones successives d'extraction de la roche autour de la galerie de dégagement comporte trente-deux cellules (abatages et relevages), la galerie préliminaire étant située au centre et au plus près de la voûte pour commencer. A mesure que les travaux avancent, la galerie de dégagement descend, tandis qu'un système de charpentes maintient la voûte circulaire en réservant une curieuse dentelure de roche (évoquant une roue dentée). Cette dentelure constitue l'ultime « abatage » de la roche, qui fait place à l'installation immédiate de la voûte métallique.

Une fois terminé le « cylindre » complet du souterrain, une plate-forme de béton armé est installée, qui le divise au niveau exact de son diamètre géométrique horizontal. Cette plate-forme constitue la chaussée destinée aux voitures, avec de larges trottoirs réservés aux piétons, tandis que le secteur inférieur du cylindre est utilisé pour l'écoulement des eaux et les canalisations de service.

La partie supérieure de la voûte recouvrant la chaussée

est enduite, comme nous l'avons dit, de béton, lui-même recouvert de plâtre. Le reste (sur 3 mètres au-dessus des trottoirs) est recouvert de verre noir. Il n'est pas besoin d'insister pour expliquer l'effet de contraste lumineux qu'ont ainsi recherché les constructeurs, en vue de faciliter la conduite des voitures.

L'éclairage du souterrain est assuré d'après les règles devenues classiques en matière de tunnels routiers : les lampes à réflecteurs obliques sont disposées sur les parois (et non dans l'axe). Leur nombre est considérable-

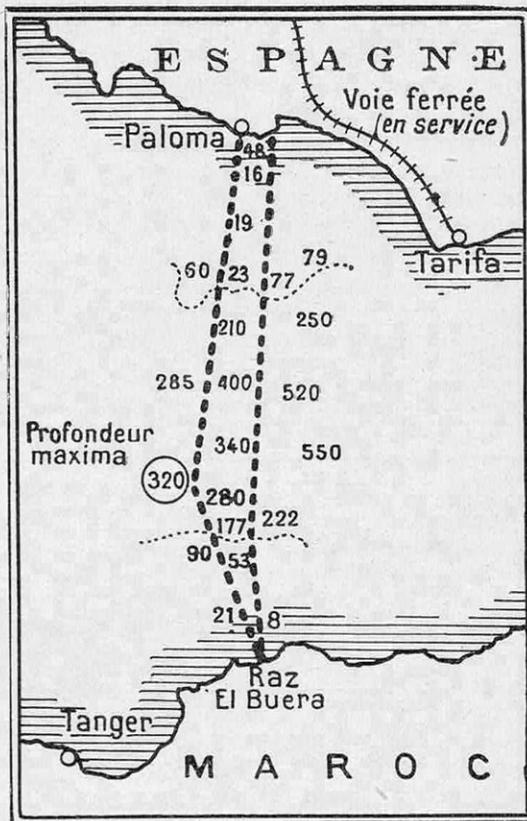


FIG. 2. — TRACÉ DU TUNNEL DE GIBRALTAR
Les deux tracés étudiés sont marqués ici avec leurs cotes de profondeur. C'est le plus long (dévié du côté de l'Atlantique) qui est envisagé par le projet Jevenois, car la profondeur maxima du sous-sol marin n'y dépasse pas 320 mètres.

ment multiplié aux abords des entrées, afin d'assurer la transition du jour artificiel intérieur et du jour naturel extérieur.

L'aération automatique du souterrain routier

La longueur inusitée du tunnel routier Liverpool-Birkenhead a posé un problème nouveau, celui de l'aération. A raison de 4.150 voitures à l'heure qui doivent (d'après les prévisions) emprunter cette voie, se suivant à l'intervalle moyen de 30 mètres, on juge du volume des gaz d'échappement et des fumées qu'il s'agit d'évacuer, afin de maintenir l'atmosphère respirable.

Six appareils de ventilation ont été installés, trois à chaque entrée, qui alimentent

Le tunnel sous-marin de Gibraltar

L'installation, sous le Pas de Calais, d'un tunnel de 66 kilomètres, destiné à relier la France et l'Angleterre, a fait l'objet de nombreuses études dont *La Science et la Vie* n'a pas manqué de se faire l'écho (1). Le projet n'offre plus aucune incertitude technique, et l'on sait trop que sa réalisation est uniquement subordonnée à des conditions politiques.

Il se peut qu'un tunnel sous-marin reliant l'Espagne à l'Afrique soit réalisé avant le tunnel sous la Manche. C'est donc sur ce projet, actuellement à l'étude, que nous allons arrêter notre attention.

De même que le projet du tunnel sous

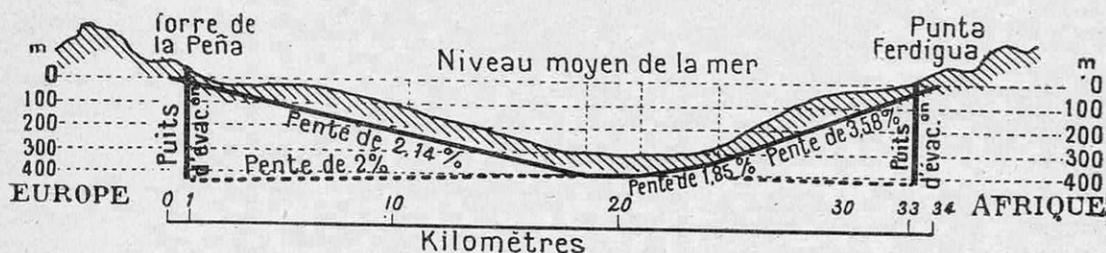


FIG. 3. — COUPE LONGITUDINALE DU TUNNEL DE GIBRALTAR (PROJET JEVENOIS)

Ce schéma montre les cotes de profondeur envisagées pour les deux galeries jumelles. (A titre de comparaison, le tunnel sous la Manche ne descendrait pas au-dessous du quart de la plus grande profondeur notée ici.) Deux galeries d'épuisement des eaux (indiquées en pointillé) rejoignent les deux d'évacuation situées près de chaque extrémité du tunnel : l'une en Europe, l'autre en Afrique.

des conduites d'air pur débouchant à l'intérieur du souterrain, avec aspiration inverse de l'air vicié. Ces appareils adapteront leur travail à la teneur de l'atmosphère du tunnel en oxygène respirable et au degré de visibilité lié à sa teneur en fumées. La mesure des fumées étant assurée par des cellules photoélectriques et celle de l'oxygène par des appareils analyseurs automatiques (analogues à ceux qui surveillent la combustion dans les foyers des grandes usines), la commande automatique des appareils de ventilation, en fonction de ces données, n'offre aucune difficulté. Un seul homme suffit à régler le débit d'air pur en fonction des indications des appareils de surveillance. La capacité maximum d'aspiration peut atteindre 68.000 mètres cubes par minute, pour l'air vicié, avec un égal refoulement d'air pur, en sens inverse. On juge que ce doit être largement suffisant en pratique.

Tel sera le souterrain de Liverpool, modèle de la traversée routière d'un grand fleuve. Le coût de l'entreprise dépassera 7 millions de livres sterling, soit plus de 500 millions de francs, au cours actuel.

la Manche, celui du souterrain ferroviaire de Gibraltar a pris corps dès le milieu du XIX^e siècle. Les anticipateurs voient de loin. Mais c'est en 1897 seulement que l'ingénieur français Berlier, futur auteur des tunnels du Métropolitain sous la Seine, présenta le premier projet viable. D'autres projets (1908, Carlos, Ibanez de Ibero) suivirent. Il fallut cependant attendre 1928 pour que fût constituée une commission officielle espagnole en vue d'inaugurer des études concrètes prenant pour base un nouveau projet, celui du colonel Jevenois. Ce projet prévoit pour le souterrain une longueur de 33 kilomètres, en projection horizontale, la moitié du tunnel franco-britannique.

Mais la profondeur à laquelle devra descendre le souterrain sera de 400 mètres, plus de quatre fois la profondeur envisagée pour le tunnel sous la Manche (85 mètres). Ces 400 mètres figurent, d'ailleurs, un minimum correspondant au profil du sous-sol du détroit. Pour en bénéficier, le tracé devra s'infléchir du côté de l'Atlantique, c'est-à-dire renoncer au plus court chemin entre les

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 142, page 307.

deux rivages. La carte ci-jointe donne tout éclaircissement à ce sujet.

Le profil du souterrain projeté (voir fig. 3, page 424) accuse des rampes de 3,58 pour cent du côté de l'Afrique et de 2,14 pour cent du côté de l'Espagne. Evidemment, la traction électrique n'est pas au-dessous d'un tel effort, mais ce sont là des pentes tout à fait inusitées dans les voies ferrées souterraines. Le problème de l'aération se trouve facilité par ces grandes pentes, puisque l'air chaud se trouve au fond et que la ventilation peut se borner à établir un courant d'air par siphonage. Autrement délicate est la prévision des infiltrations à travers la couche du sol sous-marin, dont l'épaisseur à réserver au-dessus de la voûte — et, par conséquent, le maintien des cotes verticales projetées — dépend essentiellement de la géologie du sous-sol. De la réponse que fera la nature à cette question primordiale dépend également l'épaisseur et la nature des voûtes du revêtement intérieur à prévoir pour le tunnel et du matériau à employer.

On voit comment, en l'espèce, le problème technique général est suspendu à la constitution de l'écorce terrestre entre les deux rivages. On pouvait craindre que cette écorce ne fût, en cet endroit, particulièrement tourmentée, depuis qu'Hercule sépara les deux continents, non sans fracas, ainsi que le veut la légende. Aussi bien, au cours de l'été dernier, la brigade des torpilleurs de Carthagène a été chargée d'entamer la prospection géologique du sous-sol du détroit par la méthode des ondes explosives, conjuguée avec un prélèvement méthodique d'échantillons des roches sous-marines sur le parcours du tunnel projeté.

Rappelons en quoi consiste la prospection géophysique par explosions. De part et d'autre du détroit, on pose sur le fond marin, à une profondeur suffisante pour que la colonne d'eau fasse « bourrage », une charge de mélinite importante. L'explosion de cette charge déclenche une onde « sismique »,

dont la vitesse de propagation varie avec la nature du terrain traversé, ce qui permet d'identifier celui-ci, et dont l'incidence de propagation, observée au moyen d'appareils délicats, permet de repérer la situation des dits terrains en profondeur comme en épaisseur.

Les résultats de cette prospection géophysique ont montré que la couche de terrain imperméable (*flysch*) sous-jacente au détroit de Gibraltar dépasse 1 kilomètre d'épaisseur. C'est plus de marge qu'il n'en faut pour creuser le souterrain. Des sondages de 500 mètres effectués sur chaque rive montrent, d'autre part, que les coupes géologiques des deux rivages sont identiques. Le bouleversement herculéen n'existe donc pas.

Le tunnel de Gibraltar coûterait, au dire des auteurs du projet, environ 300 millions de pesetas, soit 600 millions de francs. L'amortissement d'un tel capital est réalisable si le tunnel devient une voie de trafic réellement internationale, qui mettra le Cap à huit jours de Londres par chemin de fer et le Gabon à quatre jours de Paris.

Le tunnel de Gibraltar serait, pour le trafic ferroviaire, ce qu'est le canal de Suez pour le trafic maritime. Voilà donc singulièrement agrandi le rôle technique des tunnels.

Le tunnel routier du mont Blanc et le problème géothermique

Les faiseurs de projets ne pouvaient s'arrêter en aussi belle voie. Que diriez-vous d'un souterrain suffisamment large pour assurer la liaison routière entre la France et l'Italie, par-dessous le massif le plus élevé d'Europe, le mont Blanc, qui, précisément, sert de borne frontière aux deux nations latines, en même temps qu'à la Suisse.

La vallée d'Aoste rejoignant celle de Chamonix, c'est la liaison économique de la Lombardie et de la région lyonnaise. Mais c'est encore la liaison de toute la région de l'Europe Occidentale comprenant l'Angleterre, la Hollande, la Belgique, la France,

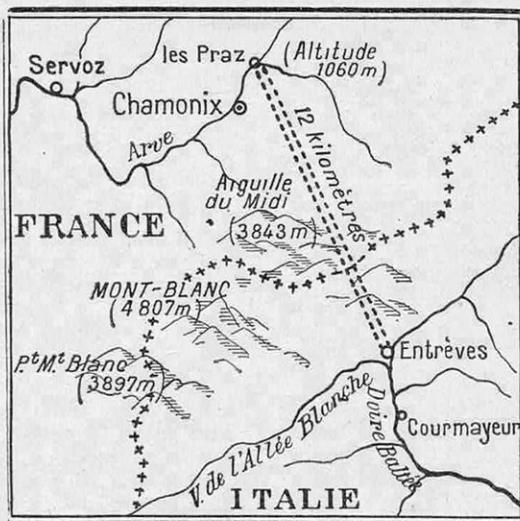


FIG. 4. — LE TRACÉ ENVISAGÉ POUR LE TUNNEL ROUTIER FRANCO-ITALIEN (A DEUX GALERIES) SOUS LE MONT BLANC

et de la partie centrale comprenant l'Italie, dont les plaines septentrionales sont l'anti-chambre des Balkans : la Suisse et l'Allemagne du Sud.

Le projet mis en avant par deux Suisses, M. Antoine Bron, président du Grand Conseil de Genève, et M. Monod, ingénieur, prévoit un souterrain qui partirait du hameau des Praz, en amont de Chamonix, pour aboutir à Entrèves, en Italie, en amont de Courmayeur.

Le point de départ de la galerie étant, dans ces conditions, à 1.060 mètres d'altitude en France et légèrement supérieur (environ 1.200 mètres) en Italie, le massif de roche qui le surmonterait serait le plus

mentaire. Les marchandises seraient, en outre, spécialement taxées (1 franc par 50 kilogrammes). Admettons ce devis financier. Retenons seulement le problème technique nouveau qu'offre ce devis : la ventilation.

Le tunnel (électrifié) du Simplon, long de 19 km 800, possède deux galeries et passe sous 2.000 mètres de terre. On évalue à 40 mètres le « degré géothermique » dans les Alpes — c'est-à-dire que la température du sous-sol s'élève de 1 degré par 40 mètres de profondeur verticale. Par conséquent, la température centrale du Simplon serait d'environ 50 degrés centigrades, si la ventilation n'intervenait pas. On a donc établi, à

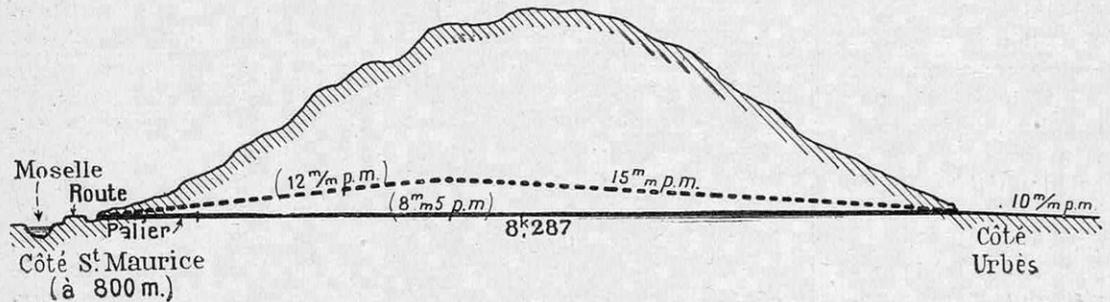


FIG. 5. — LE TRACÉ SCHÉMATIQUE DU TUNNEL DE SAINT-MAURICE A URBÈS, SOUS LES VOSGES

On remarquera la pente très réduite du profil de la voie, qui doit permettre aux trains rapides de conserver leur vitesse, mais qui gêne considérablement les entrepreneurs pour l'épuisement des eaux du chantier supérieur (côté Saint-Maurice). Un profil en dos d'âne, comme le pointillé l'indique, eût facilité le forage.

On l'a cependant délibérément écarté au bénéfice du rendement futur du souterrain.

élevé qui soit ; en l'espèce : 2.500 mètres en sa plus grande épaisseur.

La géologie du sous-sol à traverser ne diffère pas de celle des tunnels ferroviaires du Simplon, du Saint-Gothard, du Lötschberg. S'il ne s'agissait que d'un chemin de fer, aucune objection technique ne se poserait ; il ne resterait qu'à discuter le rendement économique d'un tel travail. Mais le projet est, avant tout, routier. C'est son originalité. Le problème de l'aération prend donc une importance capitale, et il se complique de la température « géothermique », qui ne manquera pas de régner au centre du passage, atteignant 45 degrés centigrades.

Economiquement, le projet est défendu par les auteurs, en évaluant à 330 millions de francs le capital franco-italien nécessaire à couvrir les frais. Comme contrepartie, ils prévoient 600.000 passages annuels de voitures qui seraient taxés à raison de 25 francs pour les autos à quatre places et de 34 francs pour les autos à six places. Les camions paieraient 28 francs la première tonne, plus 25 francs par tonne supplé-

l'entrée suisse, des appareils capables d'aspirer et de refouler. Suivant la direction du vent, on établit le courant d'air de manière à ne pas la contrarier : on aspire du côté Suisse, si le vent vient d'Italie, et la même station refoule vers l'Italie, si le vent vient de Suisse ; en sorte que les machines de ventilation se bornent à aider le travail de la nature.

Cette installation très perfectionnée exige que les deux galeries jumelles constituant le tunnel du Simplon soient obturées tour à tour par des rideaux qui s'abaissent entre le passage des trains. Le tunnel routier du mont Blanc, qui doit avoir également deux galeries parallèles à sens unique, sera-t-il aussi muni de rideaux qu'il faudra abaisser et relever à chaque passage d'automobile ? La technique d'aération du Simplon est donc inapplicable à un tunnel routier du même genre. De plus, la puissance de ventilation qui suffit à une ligne de chemin de fer devra être doublée, triplée peut-être, s'il s'agit d'un souterrain livré à la circulation des voitures à moteur.

Les spécialistes prévoient que la température géothermique du tunnel routier projeté atteindrait 60 degrés. Quant à compter sur les masses réfrigérantes des glaciers surmontant le tunnel pour abaisser spontanément ce degré géothermique, c'est un enfantillage, étant donné la faible conductibilité des roches. Il ne reste plus qu'à établir un échange rationnel de températures par radiateurs et conduites aménagées verticalement entre le souterrain et les glaces — et en profiter pour installer une centrale thermique à eau tiède, du type Claude Boucherot, dont la vaste superficie du tunnel alimenterait les « bouilleurs », et dont les condenseurs plongeraient dans les glaces. Tout est possible.

En attendant, les vieux tunnels de nos pères continuent leur chemin

En attendant ces réalisations grandioses, ne quittons pas notre sujet sans jeter un coup d'œil sur la double percée des Vosges déjà signalée en débutant.

Les deux tunnels de Saint-Maurice (près Bussang) et de Sainte-Marie établiront des raccourcis, qui s'imposaient depuis longtemps sur les lignes ferrées de l'Est. Ils sont entrepris par les méthodes classiques éprouvées, à l'aide de perceuses à air comprimé. Les chantiers d'attaque, entamés des deux côtés

de la montagne, utilisent des équipes de huit hommes et avancent à raison de 4 à 5 mètres par jour. Le tunnel de Sainte-Marie à Saint-Dié aura 6 km 900 de longueur. Celui de Saint-Maurice, 8,287 mètres. Mais, pour bien situer l'esprit dans lequel on entreprend désormais de tels travaux, il faut savoir que le profil imposé à ce dernier ne doit pas dépasser la pente de 8 mm 5 par mètre, afin que les trains rapides ne perdent rien de leur vitesse (90 kilomètres à l'heure) dans le passage du souterrain. Et cette condition entraîne des difficultés particulières pour l'entrepreneur, qui n'a plus la faculté de profiler le souterrain « en dos d'âne » — condition essentielle pour mener le travail simultanément par les deux bouts, à cause de l'écoulement des eaux naturelles toujours rencontrées au cours de l'avancement. Ainsi nous apparaît l'une des fonctions du tunnel dans la technique ferroviaire moderne : il est tenu non seulement d'assurer le raccourci géographique dans l'espace, mais encore le raccourci dans le temps : c'est-à-dire le meilleur graphique de la vitesse des trains.

A ce compte, pour les chemins de fer comme pour les routes, surtout pour les futures autoroutes, d'innombrables souterrains apparaîtront un jour indispensables, auxquels, il y a vingt ans, personne n'aurait osé songer.

JEAN LABADIÉ.

LA PRODUCTION AUTOMOBILE DANS LE MONDE

LES récentes statistiques qui viennent de paraître sur l'activité de l'industrie automobile dans le monde en 1933 sont assez suggestives. Ainsi, tandis que la France regresse dans sa production, l'Allemagne et l'Italie progressent dans la leur ; qu'on en juge :

En 1933, l'industrie française a fabriqué 160.000 voitures de tourisme, soit 11.000 de moins qu'en 1932, 37.000 de moins qu'en 1931 et 62.000 de moins qu'en 1930 ! Pendant ce temps, l'Angleterre dépasse, pour la production, le chiffre de 285.000 voitures en 1933, soit 40.000 de plus qu'en 1932 et 85.000 de plus qu'en 1930. Cette amélioration tient d'abord aux accords économiques d'Ottawa et à la baisse de près de 40% du sterling. De son côté, l'Allemagne, qui, en 1930, ne produisait que 65.000 véhicules de tourisme environ, est passée à plus de 93.000 l'an dernier, après être tombée à 42.000 en 1932. Cela tient aux encouragements prodigués par le chancelier à cette industrie ainsi qu'à l'usager, sous forme d'exemption de taxes à la production et à la vente. A cette allure, la fabrication allemande dépassera sensiblement notre propre

fabrication. Rappelons que l'Italie, qui, depuis longtemps, a intensifié son effort dans ce domaine, a pu « sortir », en 1933, 40.000 voitures contre à peine 30.000 en 1932, soit 30% environ d'augmentation, et cela pendant une période de ralentissement économique. Nous avons signalé, à propos du récent Salon Automobile de New York (1), une reprise sensible de l'industrie américaine. En 1933, l'Amérique du Nord a produit, en effet, plus de 2 millions de voitures contre 1 million et demi seulement l'année précédente. Le record avait été atteint en 1930, avec 3 millions et demi.

En ce qui concerne la France, notre situation peu enviable tient à ce que sa production est plus chère qu'ailleurs (voir déclaration de M. Renault, *Science et Vie*, n° 198, page 477), ce qui restreint singulièrement nos exportations. Bien plus, elle doit lutter contre l'importation étrangère à coups de tarifs excessifs. Ces mesures sont nécessaires si nous ne voulons pas payer nos achats à l'extérieur avec l'or de la Banque de France, et consommer notre propre substance économique en appauvrissant notre pays.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 202, page 332.

LE PILOTAGE AUTOMATIQUE INDISPENSABLE A L'AVIATION

Par José LE BOUCHER

L'idée de suppléer le pilote d'avion par un automate capable de maintenir l'appareil en ligne de vol n'est pas nouvelle. Dès avant la guerre, des tentatives extrêmement intéressantes avaient été faites dans ce but. Toutefois, ce n'est qu'au cours de ces dernières années (1) que le « pilotage automatique » a été mis définitivement au point, soit au moyen de gyroscopes, soit par l'intermédiaire de girouettes (2). Il convient de noter que ce système de pilotage est avantageux, surtout par gros temps ; par temps calme, l'aéroplane maintient de lui-même sa stabilité de vol et son office ne s'impose pas. Quand on navigue, au contraire, au milieu des bourrasques, celles-ci tendent incessamment à détruire l'équilibre, et il faut, en conséquence, agir constamment sur les commandes pour le rétablir rapidement. Dans le cas de « pilotage humain », la tâche nécessite une grande habileté et une extrême endurance. Le pilote automate, par contre, la remplit avec précision et sans défaillance. Le « pilotage automatique », venant après le « pilotage sans visibilité », — maintenant utilisé par toutes les aviations du monde, — constitue une étape décisive vers l'avion « sans pilote », commandé par ondes hertziennes, qui sera sans doute réalisé demain. La science aérodynamique a ainsi enfanté les formules modernes de la locomotion aérienne.

Le pilotage automatique apparaît comme l'un des tout derniers progrès accomplis par la science aéronautique. Le procédé n'est, d'ailleurs, utilisé encore que très rarement à titre exceptionnel. Il est à peine au point et, seules, quelques très rares maisons en Europe et aux Etats-Unis se sont lancées dans la construction des appareils délicats qu'ils comportent. Tels qu'ils sont, les appareils de pilotage automatique constituent l'aboutissement de travaux qui remontent au début même de l'aviation. Il est curieux de constater que les ingénieurs ont toujours été hantés par l'idée de remplacer aux commandes, dans une certaine mesure tout au moins, l'homme par la machine.

Alors que le pilotage constituait encore une manière de mystère réservé à de très rares initiés, que les actions et réactions de l'air sur les voilures étaient même bien mal connues, des rêveurs audacieux imaginaient déjà de livrer les commandes à des appareils automatiques.

N'était-ce pas un rêve que songer à se passer du réflexe humain, de l'étincelle de la volonté qui apparaissaient avant la guerre comme les bases fondamentales du pilotage ? Par quel mécanisme intellectuel ces précurseurs avaient-ils compris l'intérêt que présenterait un jour le pilotage automatique ?

Il est probable qu'ils avaient en vue, avant tout, de substituer à l'imprécision du réflexe, à ses défaillances, l'exactitude scrupuleuse de la machine.

Le 24 juillet 1914, on pouvait lire dans le *Matin*, sous la signature de René Quinton, qui avait fait la veille un vol à Bezons, en compagnie de Sperry, sur un hydravion muni d'un dispositif de pilotage automatique, les lignes suivantes :

« Aussitôt parti (le temps était mauvais, et Sperry avait fait exprès de le choisir mauvais), le pilote mit l'appareil au cran de montée, puis abandonna toutes les commandes. En passant devant les membres du comité, il eut soin de lever les mains en l'air. L'avion, gouverné par son dispositif automatique, grimpait. Nous dominions les arbres. Je voyais leurs cimes bousculées par le vent. Nous encaissions fatalement les mêmes coups ; mais, chose étrange, rien n'en témoignait dans la marche de l'appareil. Pas de roulis, pas de tangage. Je pouvais me croire à bord d'un aéroplane ordinaire, par un temps de calme absolu. »

Comme on le voit, l'idée n'était plus en l'air ; elle était déjà en voie de réalisation.

Mais si le pilotage automatique a pu apparaître, il y a quelques années, comme un progrès sur le pilotage humain, en raison des erreurs des sens, des défaillances, des réflexes, l'expérience ne devait pas tarder à montrer que d'autres considérations justifiaient et

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 180, page 468.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 161, page 379.

ne tarderaient pas à nécessiter son emploi.

Quelles sont ces considérations? Tout d'abord, le rayon d'action des appareils, qui permet de rester — pour certains d'entre eux, évidemment — plus de soixante heures en l'air. On ne saurait, dans ces conditions, imposer à un homme, ou même à deux, la fatigue de piloter sans arrêt l'appareil. Quant à multiplier le nombre des hommes d'équipage, on admettra que ce soit une solution mauvaise et, dans certains cas, impossible même à envisager.

La deuxième raison, c'est le poids des appareils, ou, plus exactement, les masses mises en jeu. Le maréchal Balbo a fortement insisté sur la fatigue que représente le pilotage des hydravions *Savoia S. 55*, quand ceux-ci sont chargés à plein. Deux pilotes doivent, de toute nécessité, se relayer aux commandes. Aucun des deux n'est très frais à l'amerrissage, après un vol de dix ou douze heures, pour peu que le temps n'ait pas été favorable. On comprend bien, en effet, que, par très beau temps, tenir le volant d'un *Savoia S. 55* de 11 tonnes n'exige pas — à une altitude moyenne, précisons-le, — une dépense physique bien supérieure au pilotage d'un appareil de deux tonnes.

Qu'on nous permette de rappeler ce que nous avons vu personnellement quand *La Science et la Vie* nous envoya à Dessau visiter les usines Junkers (1). Le célèbre professeur nous a invité à piloter nous-même le *G. 38*, qui était à l'époque, et est encore, d'ailleurs, le plus gros avion en

service, avec le *Capronissimo 90*. L'appareil n'était pas évidemment chargé. Une quinzaine de personnes tout au plus étaient à l'intérieur des ailes et dans le fuselage. Il faisait beau, très beau. Le pilotage de la lourde machine ne demandait réellement qu'un effort physique faible. Sur la petite

église de Wittenberg, celle-là même où Luther inscrivit ses quatre-vingt-quinze propositions, nous avons effectué une spirale un peu serrée. D'une seule main, on redressait aisément la machine. Tout autre est le problème quand il faut se « battre contre les éléments ». Pour redresser un appareil de 8 ou 10 tonnes brusquement décentré par des coups de vent, le pilote doit peser lourdement sur son volant. La situation à cet égard est tout à fait comparable à celle du pilotage d'un voilier. Par vent régulier, l'effort à fournir à la barre n'est pas considérable, même sur un bateau de moyen tonnage. Que le temps se gâte, et il en est tout différemment.

Le pilotage automatique est donc réellement appelé à suppléer aux forces naturellement défaillantes de l'homme dans certains cas.

Enfin, il existe une troisième raison, qui s'apparente d'ailleurs à la première. Elle

intéresse particulièrement, pour le moment du moins, le matériel militaire. Le pilotage d'appareils de moyen tonnage — comme les multiplaces de combat prototypes *Amiot*, *S. P. C. A.*, *Bréguet*, qui sont en ce moment à Villacoublay — est relativement aisé, jusqu'à une altitude d'environ 4.000 mètres. Mais au delà de 6.000 par exemple, la situa-

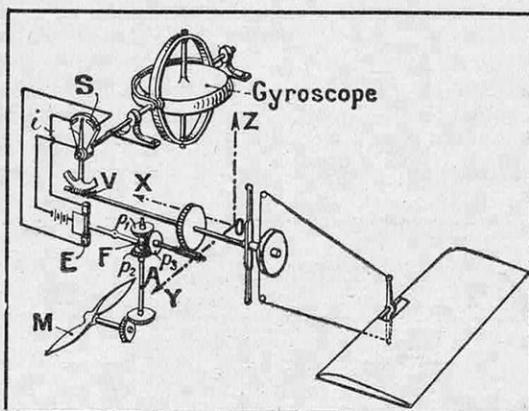


FIG. 1. — SCHEMA MONTRANT L'ACTION DU GYROSCOPE A AXE VERTICAL SUR LE GOUVERNAIL DE PROFONDEUR

Ce gyroscope est monté à la cardan ; sa suspension peut osciller autour d'axes parallèles à OX et OY. Dans ses déplacements autour de OY, il entraîne avec lui un index qui se déplace devant un secteur S et établit des contacts électriques dans un sens ou dans l'autre, suivant l'inclinaison que prend l'avion par rapport au gyroscope immobile dans l'espace. Ces contacts commandent la manoeuvre du gouvernail par le procédé suivant : un moulinet M, à vitesse constante, conduit un arbre principal A et trois groupes d'engrenages coniques, tels que le groupe $p_1 - p_2$, sur cet arbre. Des clabots, commandés par fourchettes F, réalisent, quand il y a lieu, l'accouplement de la roue conique supérieure p_1 , ou inférieure p_2 , avec l'arbre principal A. Cet effet est obtenu par le pivotement du levier de la fourchette, sous l'influence des électroaimants E, commandé par le contact de l'index avec le secteur. Suivant les liaisons du gyroscope, le pignon conique supérieur ou inférieur pourra être entraîné dans le mouvement de l'arbre. Le troisième pignon conique p_2 , constamment en prise avec les deux premiers, tournera alors dans un sens ou dans l'autre et actionnera la gouverne. En même temps, par l'intermédiaire de la vis sans fin V, il déplacera le secteur de façon à réaliser l'asservissement nécessaire.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 157, page 13.

tion change. Le pilote, si l'on nous permet d'employer une expression d'argot aéronautique, « en a plein les bras ». Nous croyons même que le multiplace de combat *S. P. C. A.* a dû subir des révisions de ce fait. Il était, à 6.000 mètres, trop dur à piloter.

Aussi, même pour des tonnages moyens, le pilotage automatique s'imposerait en raison des altitudes élevées de vol dans certains cas.

Les systèmes compensateurs jusqu'ici employés se révéleront de plus en plus insuffisants. M. Claude Dornier, à Friedrichshafen, avait attiré notre attention, en 1930, sur le soin apporté par lui à compenser les commandes de son gigantesque *Do. X*. Il n'est pas niabile qu'il soit arrivé, comme beaucoup de constructeurs, d'ailleurs, à une quasi-perfection dans ce domaine, mais il ne saurait empêcher néanmoins que l'appareil et le pilote « n'encaissent » finalement, l'un dans la voilure, l'autre dans les bras, les « coups de tabac » dus au mauvais temps. Comment peut-on remédier à ce fâcheux état de choses ? Par le pilotage automatique.

Les expériences déjà faites en vol

Les Anglais avaient disposé un « automate », ou, pour employer une expression courante, un « robot », sur l'appareil qui s'appropriait le record du monde de distance en ligne droite sur le parcours Cranwell-Wæfishbay. M. Wiley Post, qui fit un tour de la terre en 7 jours, 19 heures, seul à bord, avait monté, lui aussi, un système de pilotage automatique sur son *Lockhead-Vega*.

Les Anglais Nicholetts et Gayford ont éprouvé des déconvenues assez graves avec leur « robot ». A la fin de la première journée, celui-ci était devenu inutilisable. Les services techniques anglais n'ont pas fait savoir la cause de la « panne » intervenue. Toutefois, quand on songe à l'extraordinaire complexité

des relais électriques, des gyroscopes que comporte un système de pilotage automatique analogue au *Sperry*, il n'y a pas lieu de trop s'étonner.

Signalons également que, aux dires de certaines revues scientifiques américaines, de gros appareils de bombardement américains seraient, dès maintenant, équipés normalement d'un « robot ».

Si le fait est exact, il permettrait de se rendre compte de l'avance considérable acquise par les Américains dans ce domaine particulier. En France, après les travaux de M. Constantin, longuement exposés dans

La Science et la Vie, ceux de M. Mazade, interrompus dans des circonstances qui demeurent assez mystérieuses, la question a été reprise par M. Gianoli. La solution de M. Gianoli est, théoriquement, extrêmement intéressante ; mais rien n'autorise à croire que nos services techniques s'y intéressent particulièrement.

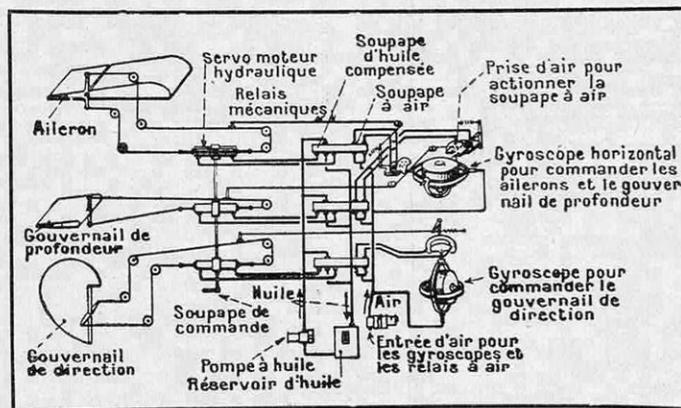


FIG. 2. — SCHEMA DE L'ENSEMBLE DU DISPOSITIF DE PILOTAGE AUTOMATIQUE « SPERRY »

Ce système comprend deux gyroscopes : l'un horizontal, à axe vertical, pour la commande des ailerons et du gouvernail de profondeur (voir schéma précédent) ; l'autre perpendiculaire pour la commande du gouvernail de direction.

Comment on est passé du pilotage sans visibilité au pilotage automatique

Quand M. Sperry, en 1914, se préoccupait déjà de remplacer aux commandes l'homme par une machine, nous avons dit combien son idée nous apparaissait le fruit d'un rêve génial. En effet, il n'était pas encore évident que l'instinct, le réflexe et, pour tout dire, le jeu des sens, au premier rang desquels on doit placer la vue, ne fussent pas les fondements indispensables du pilotage.

Or, l'expérience a montré qu'il y avait là une sorte de « fétichisme ». Il est aujourd'hui prouvé que l'homme, pour piloter, — dans certaines conditions atmosphériques tout au moins, — peut se confier entièrement à des instruments. La vue de quelques cadrans, leur emploi judicieux permet, sans voir la ligne d'horizon, sans s'appuyer sur ces sensations physiologiques que tous les pilotes connaissent bien et qui faisaient dire au

commandant Brocard, pendant la guerre, qu'on pilotait « avec ses reins », de tenir une ligne de vol, et d'effectuer des virages corrects. La méthode de pilotage sans visibilité, mise au point par le regretté M. Rougerie, constitue un véritable tournant dans l'histoire du pilotage. On ne s'en rend peut-être pas assez compte. M. Rougerie a tué la légende, qui faisait du pilote un homme aux dons et aux réflexes exceptionnels ; il a mis le pilotage en formules géométriques. Du pilotage sans visibilité, le pilotage automatique devait découler logiquement. Le rêve d'hier devenait une chose toute naturelle. Du jour où il devenait possible, par la simple lecture de cadrans, de tenir correctement sa ligne de vol, pourquoi ne pas demander à un appareil automate d'assurer ce travail impersonnel ? Pour nous, le pilotage automatique est un chapitre de l'histoire du pilotage sans visibilité.

Avant d'examiner comment a été résolu le problème de l'automatisme, il importe de considérer en quoi consiste en fait la stabilité automatique.

La stabilité automatique

La construction moderne réussit, de nos jours, — elle y a été amenée par une longue suite d'expériences, — à doter un avion d'une très grande stabilité. C'est une question de centrage et d'utilisation de formes et de grandeur appropriées. Quand le temps est calme, un avion moderne possède une stabilité longitudinale telle qu'il peut normalement voler avec sa commande de profondeur bloquée. Les mouvements que l'appareil aura tendance à prendre finiront par s'amortir d'eux-mêmes. Tout le travail du pilote consiste, dans le cas d'air calme, à hâter l'amortissement de l'oscillation à longue période. Un avion statiquement stable tend à conserver une vitesse constante et à modifier sa trajectoire dans la mesure nécessaire à la conservation de la vitesse.

M. A. Sée expliquait fort bien, dès 1912, ce phénomène :

« La stabilité de forme, disait-il, procure en gros la stabilité de vitesse relative, ainsi que la stabilité d'angle d'incidence, en ce

sens que l'avion tend à les retrouver plus ou moins vite, s'il s'en est écarté. Supposons un avion en équilibre et admettons que sa vitesse relative se trouve tout à coup diminuée, soit par un ralentissement passager du moteur, soit par une rafale arrière. L'avion va faire une abatée correspondant à la succession des faits suivants :

« 1° La vitesse relative étant diminuée, la sustentation manquera et l'appareil commencera à tomber ;

« 2° Par suite de cette descente, l'angle d'incidence se trouve augmenté ;

« 3° L'incidence augmentant, la stabilité de forme crée un couple qui fait piquer du nez à l'avion ;

« 4° L'avion, ayant piqué du nez, retrouve son incidence, mais il est en descente et sa vitesse s'accélère ;

« 5° La vitesse augmentant, la sustentation augmente et l'appareil cesse de descendre ;

« 6° La descente cessant, l'incidence se trouve diminuée et sa stabilité statique crée un couple cabreur qui redresse l'appareil. »

Ainsi donc, longitudinalement, une

stabilité de forme permet d'obtenir une stabilité quasi automatique.

La situation est différente quand le temps est mauvais. Commande de profondeur bloquée, l'avion dont la stabilité dynamique aura été le mieux étudiée se comportera fort mal. Il exigera d'être piloté. En effet, la rafale peut ne s'attaquer qu'à une partie de l'appareil. Il va en résulter des impulsions correspondant à des vitesses angulaires. L'appareil ne saurait tendre vers un état d'équilibre qu'au moment où il sera presque tout entier dans un milieu animé en tous points d'une même vitesse absolue. L'expérience démontre qu'il en est très rarement ainsi.

L'appareil, en air agité, va recevoir une série de secousses. Il courra sans cesse après son état d'équilibre. Il ne s'agit donc pas dans ce cas d'accroître une oscillation, mais de lutter rapidement contre toute une série d'oscillations successives qui peuvent s'ajouter ou se contrarier.

M. F. Haus, ingénieur dirigeant le service technique de l'aéronautique civile belge, en

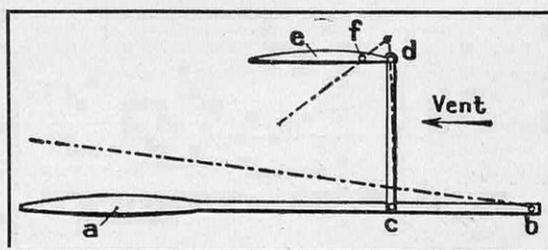


FIG. 3. — PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA GIROUETTE STABILISATRICE « ÉTÉVÉ »

La girouette constituée par le plan a est mobile autour de l'axe b. Elle est reliée, par la biellette c d, au gouvernail de profondeur « compensé » e, qui est lui-même articulé autour de l'axe f.

conclusion d'une savante étude sur la stabilité automatique des avions, a écrit : « qu'on doit abandonner tout espoir de supprimer dans une atmosphère agitée les ondulations verticales de la trajectoire, quelque désagréables que soient les accélérations auxquelles elles donnent lieu ». Selon M. Haus, on doit se contenter d'agir sur les mouvements de tangage.

L'équilibre de l'avion autour de son axe de tangage est fonction de trois variables principales : l'angle d'attaque, la vitesse du centre de gravité par rapport à l'air, et son inclinaison sur l'horizontale.

C'est en opérant plus particulièrement sur l'une de ces trois variables que les inventeurs ont tenté de réaliser — et certains y ont réussi — des stabilisateurs automatiques en profondeur. On peut ainsi classer les stabilisateurs existant en trois catégories :

1^o Ceux qui opèrent la stabilisation de l'avion par rapport à un plan horizontal. Rentrant dans cette classe les systèmes gyroscopiques pendulaires simples ;

2^o Ceux qui opèrent la stabilisation par rapport à un plan horizontal avec correction

aérodynamique. Appartiennent à cette catégorie les systèmes gyroscopiques ou pendulaires composés par dispositif anémométrique ;

3^o Ceux qui procurent une stabilisation à incidence constante. Telles sont les girouettes.

Les systèmes gyroscopiques

Les dispositifs gyroscopiques assurent la stabilisation de l'avion en fonction de l'inclinaison de l'avion sur l'horizontale. Dans ce cas, les réactions naturelles de l'avion sont combattues au lieu d'être développées.

Deux appareils de ce type semblent, dès maintenant, à peu près au point, bien que, par la complexité de leur construction même, ils semblent sujets à des dérèglages

fréquents. C'est le gyroscope américain Sperry, dont l'appareil de Post était équipé lors de son vol autour du monde ; c'est le « robot » anglais, construit par la maison Smiths, dont était muni le *Fairey* de grand raid, qui, avec l'équipage Nicholetts-Gayford, s'attribua, avant Codos et Rossi, le record du monde de durée sur le parcours Cranwell-Walfishbay.

Le « Sperry » comme le « Robot », répétons-le, ont eu tous deux, au cours de ces deux expériences grandioses, des défaillances qui obligèrent les pilotes, après un certain nombre d'heures, à se priver des services du pilotage automatique.

Dès 1914, Sperry, le grand spécialiste du gyroscope, avait construit un appareil qui utilisait les principes gyroscopiques.

Nous ne pouvons entrer ici dans les détails de la théorie de ces appareils.

Rappelons seulement qu'un gyroscope — c'est-à-dire un corps de révolution tournant très rapidement autour de son axe — oppose une « inertie » considérable aux efforts qui tendent à modifier la direction de cet axe, si bien que, s'il est suspendu, sans frottements appréciables, à la manière d'un pendule, il tend à conserver dans l'espace une direction fixe.

C'est cette propriété que l'on utilise pour maintenir les avions en ligne de vol.

Nous verrons plus tard les inconvénients du système. Pour le moment, voyons comment fonctionne l'appareil Sperry.

L'ingénieux dispositif dû à ce spécialiste américain comporte deux gyroscopes entraînés électriquement à 15.000 tours-minute et actionnant les trois commandes (direction, profondeur, ailerons).

Le gyroscope à axe vertical intéresse la stabilité longitudinale. Il agit à cet effet sur le gouvernail de profondeur (voir fig. 1) et sur les ailerons.

L'autre gyroscope agit par contre sur le gouvernail de direction (voir fig. 2).

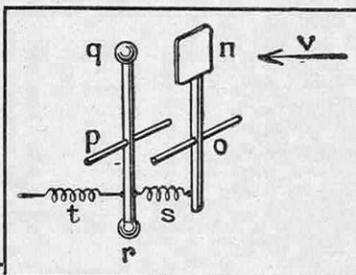


FIG. 4. — SCHEMA DE PRINCIPE DU STABILISATEUR ANÉMOMÉTRIQUE « ÉTEVÉ »

Le dispositif consiste en une surface anémométrique spéciale n, montée sur un mât articulé autour de l'axe o, et d'un ensemble de deux masses égales q et r, montées sur un autre mât mobile autour de l'axe p. Ces deux masses, qui sont équidistantes de l'axe p, constituent une balance d'inertie s'opposant aux mouvements de rotation. Un ressort s relie l'anémomètre à la balance d'inertie, et un ressort t réglable équilibre l'action du vent sur la surface n. L'axe p de la balance peut être enclanché avec l'axe du levier de commande de l'avion. L'appareil étant réglé pour une vitesse v, on se rend compte que si cette vitesse v augmente, la surface n recule, entraînant en rotation l'axe p, et ce faisant fait cabrer l'avion.

Quelques mots sur les difficultés de réalisation :

Pour que le premier de ces gyroscopes fonctionne normalement, il est indispensable que son axe reste vertical. S'il est suspendu par son centre de gravité, il est en équilibre indifférent. Il importerait donc de ne le lancer qu'au moment où il est horizontal, et d'éviter toute cause de désorientation. Et c'est cela qui est difficile, car le simple frottement des tourillons de la suspension ou de l'index sur le secteur engendre des couples extérieurs qui tendent à désorienter le gyroscope. Pour maintenir et surtout ramener l'axe du gyroscope dans sa position primitive, c'est-à-dire verticale, il faut faire intervenir la pesanteur. Pour cela, on peut suspendre le gyroscope non pas par son centre de gravité, mais, par exemple, en un point situé au-dessus de ce centre. On obtient alors un « gyropendule » lesté, sensible à la pesanteur apparente. Cette disposition présente, toutefois, un inconvénient. C'est que le gyroscope « précessionne », c'est-à-dire que son axe décrit un cône.

Aussi Sperry n'a-t-il pas établi un gyropendule : il a utilisé un pendule indépendant dont l'écart, par rapport à l'axe du gyroscope, ouvre et ferme des tuyères livrant passage à un courant d'air.

Supposons que l'axe du gyroscope coïncide avec la direction du pendule ; le gyroscope est soumis à quatre jets d'air égaux. Si l'axe du pendule fait un angle avec l'axe du gyroscope, le débit d'une des tuyères sera diminué de façon à soumettre le gyroscope à un couple.

Réalisés dans les meilleures conditions, on devine que les stabilisateurs gyroscopiques offrent apparemment un danger. Si le ou les moteurs s'arrêtent, le stabilisateur gyroscopique s'oppose au piqué indispensable à la conservation de la vitesse. Sperry, dès 1914, avait paré à cet inconvénient en adjoignant à son gyroscope une palette anémométrique qui introduisait un décalage dans la commande, quand la vitesse descendait au-dessous d'une certaine limite, et stabilisait

l'avion sur une trajectoire descendante déterminée *a priori*.

Dans l'appareil Sperry que nous avons décrit plus haut, on ne retrouve pas cette palette anémométrique. Doit-on en conclure que Sperry tient, dès maintenant, pour nuls, ou presque, les risques de panne sèche ? Peut-être.

L'Américain Sperry n'est pas le seul qui ait songé, dès avant la guerre, à utiliser les principes gyroscopiques pour stabiliser automatiquement les avions. Le colonel Lucas Girardville, en 1910, avait construit un dispositif qui utilisait des gyroscopes d'un poids de 5 kg 8 et tournant à 6.000 tours. Le

colonel Lucas Girardville rêvait déjà d'utiliser le couple de réaction produit par les mouvements forcés du gyroscope pour commander les gouvernes. Mais il semble bien que ses essais n'aboutirent pas. En tout cas, ce fut lui sans doute qui, le premier, eut cette idée audacieuse des stabilisateurs gyroscopiques.

Les stabilisateurs par girouettes

Les dispositifs à girouettes tendent à

assurer la stabilisation de l'aileron dans l'air en fonction de l'incidence.

L'idée est aussi très vieille. En 1910 et 1911, le colonel Etevé avait monté, sur un ancien Wright particulièrement instable, — puisque sa vitesse ne dépassait pas 55 kilomètres à l'heure environ — un stabilisateur utilisant une girouette.

Le principe de cet appareil (voir fig. 3) consistait à relier mécaniquement la girouette, c'est-à-dire un plan librement mobile autour d'un axe, au gouvernail de profondeur.

Lorsque le vent soulevait la girouette (augmentation de l'angle d'attaque), le bord avant du gouvernail s'élevait et l'avion piquait du nez.

En choisissant convenablement la transmission mécanique, on pouvait faire correspondre, à un déplacement de 1 degré de la girouette, un déplacement de 4 degrés du gouvernail ; cette remarque permet d'expliquer l'efficacité du dispositif.

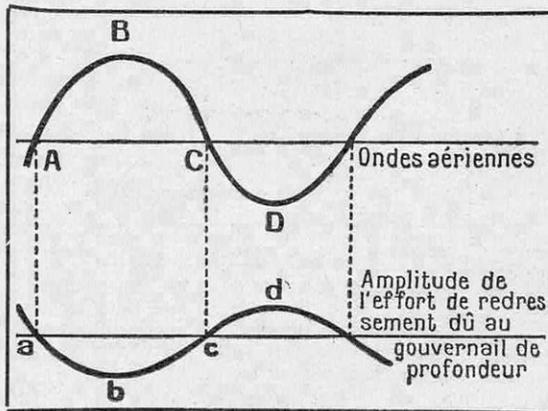


FIG. 5. — LA GIROETTE EMPLOYÉE SEULE TEND A ENTREtenir LE TANGAGE

En haut : courbe des ondes aériennes ; en bas : amplitude de l'effort dû au gouvernail.

En outre, en agissant sur la girouette au moyen d'une commande appropriée, on pouvait changer la position d'équilibre du système et, par suite, manœuvrer le gouvernail par l'intermédiaire de la girouette.

Dans ce cas, on le voit, le colonel Etevé utilisait l'angle d'attaque pour stabiliser l'appareil, idée que devait plus tard reprendre M. Constantin. Mais on peut également imaginer d'utiliser la constance de la vitesse relative par rapport à l'air. C'est ce que le colonel Etevé avait réalisé, dès 1914, en imaginant un stabilisateur anémométrique à « balance d'inertie » (voir fig. 4). L'appareil fut, à l'époque, présenté au Concours International de la Sécurité Aérienne. Monté sur un avion dont la vitesse ne dépassait pas 75 kilomètres-heure, le parcours Versailles-Chartres et retour fut effectué, par un vent de 15 minutes-seconde, dans de bonnes conditions.

Dans le cas de perturbations de courtes périodes, la balance d'inertie agissait comme frein. Elle s'opposait également, par son inertie, aux brusques changements d'inclinaison de l'avion.

Mais l'expérience a démontré que, si le stabilisateur anémométrique assure son rôle, il le fait en accentuant les oscillations à longue période. Il est donc imparfait. C'est pourquoi l'inventeur eut l'idée, récemment, d'associer la girouette et l'anémomètre.

Le premier stabilisateur anémométrique Etevé

Il avait été amené à cette conclusion par la remarque suivante : la girouette et l'anémomètre agissent dans le même sens, quand l'angle d'attaque et la vitesse varient en sens contraires. Ils agissent en sens contraires quand les variations de l'angle d'attaque et de la vitesse sont de même sens.

« C'est l'anémo-girouette qui doit être réalisée, déclare le colonel Etevé, dans sa communication au Congrès de la Sécurité Aérienne de 1930, de façon que l'avion pique quand l'angle d'attaque croît ou quand la vitesse décroît. Dans la construction la plus simple, l'anémomètre agira sur le plan de la girouette, qui jouera ainsi le double rôle de plan de direction pour la girouette et de servo-moteur pour l'anémomètre. Dans ces conditions, le plan de la

girouette devra se soulever quand l'angle d'attaque croît ou quand la vitesse décroît. »

On verra qu'il y a plus simple, sans doute, que cette alliance de la girouette et de l'anémomètre.

Comme le colonel Etevé, M. Constantin (1) a très profondément creusé le problème de la stabilisation par girouette en fonction de l'incidence. Si les girouettes motrices de M. Constantin ont montré les avantages qu'on peut attendre d'elles, elles ont montré également les inconvénients qu'elles entraînent.

Quels sont-ils? Supposons que l'avion entre dans une zone troublée. Les remous qu'il rencontre agissent sur l'avion à la manière dont la vague agit sur la coque du navire. L'appareil montera et descendra à la vague aérienne.

Les remous agissent également sur la girouette et, par son intermédiaire, sur le gouvernail de profondeur. Un effort de redressement va s'exercer, qui tendra à ramener l'avion à la position horizontale. Cet effort sera d'une intensité proportionnelle au déplacement de la girouette sous l'effet de l'onde aérienne.

En fait, la girouette seule tendra à entretenir le tangage de l'avion (voir fig. 5). En effet, pendant que l'onde aérienne croît de *A* à *B*, l'effort de redressement du gouvernail, qui croît lui aussi de *a* à *b*, est bien de sens opposé au mouvement de l'avion; par suite, il a pour effet de le freiner. Mais lorsque la vague décroît de *B* à *C* et que, par conséquent, le mouvement de l'avion change de sens, l'amplitude de l'effort du gouvernail de profondeur décroît bien de *b* à *c*, mais cet effort ne change pas de sens, puisque le gouvernail de profondeur reste toujours braqué du même côté du plan fixe. Pendant ce second quart de la période ondulatoire, l'effort du gouvernail, actionné par la girouette, est donc de même sens que le mouvement de l'avion. Il en résultera que la vitesse pendulaire de l'avion, nulle au point *B* où elle se renverse, va croître progressivement de *B* jusqu'à *C* et que, arrivé à la position horizontale, l'avion ainsi lancé va dépasser cette position pour atteindre la position *D*, où sa vitesse changera de sens à nouveau. Autrement dit, l'avion, sous l'ac-

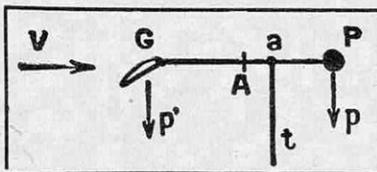


FIG. 6. — PRINCIPE DU STABILISATEUR AUTOMATIQUE

La girouette *G* est équilibrée par un contrepoids *P*, plus lourd que la girouette. Elle pivote en *A*. En *a* est articulée la tige *t*, qui conduit à l'organe amortisseur (voir schémas suivants). L'ensemble est représenté en position d'équilibre.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 161, page 379.

tion combinée des vagues d'air et de la girouette stabilisatrice, va prendre un mouvement de tangage analogue à celui d'un pendule oscillant de part et d'autre de sa position d'équilibre.

Il semble bien que c'est sur cet obstacle inhérent à la girouette que M. Constantin se soit obstinément buté. Or, l'un de ses anciens collaborateurs, chef actuel du bureau d'études de la maison Couzinet, M. Gianoli, pourrait bien avoir astucieusement tourné l'inconvénient fondamental dû à l'emploi de la girouette. Nous allons voir comment, et en détail, parce qu'il apparaît bien que la stabilisation par girouette en fonction de l'incidence ait trouvé, avec le système Gianoli, une solution susceptible de désarmer les détracteurs des girouettes.

Résumons d'abord, en quelques lignes, le problème posé.

Il s'agit de commander les gouvernes de profondeur et de gauchissement de façon à assurer automatiquement, et sans intervention du pilote, l'équilibre de l'avion en toutes circonstances (montée, vol en palier, descente, virages, vol dans les remous, dans les nuages). Le pilote, après avoir réglé le stabilisateur pour la vitesse désirée, doit pouvoir se contenter d'agir sur la manette des gaz et sur le palonnier.

En outre, le stabilisateur, par temps agité, doit amortir l'effet des remous d'air sur l'avion, de façon à augmenter le confort des passagers en diminuant l'amplitude des embardées de l'avion.

Le stabilisateur automatique

L'appareil se compose d'un organe récepteur et d'un organe amortisseur (voir fig. 6).

L'organe récepteur, qui enregistre les impulsions des remous d'air, est constitué par une girouette *G* équilibrée par un contrepoids *P*. L'axe *A* de la girouette, qui commande le gouvernail de profondeur, est un axe horizontal perpendiculaire au fuselage de telle façon que cette girouette reproduit, en les amplifiant, les mouvements de tangage que subirait l'avion s'il n'était pas stabilisé. Le contrepoids *P* est plus lourd que la girouette *G*. En air calme, l'incidence de celle-ci en position d'équilibre doit donc

être telle que la face supérieure du volet de la girouette *G* soit exposée au souffle *V* dû au déplacement de l'avion. De cette façon, ce souffle de l'air exerce sur ce volet une pression *p'*, dirigée de haut en bas, qui équilibre le poids *p* du contrepoids.

En *Q*, est articulée une tige *t*, qui commande le gouvernail de profondeur.

Si le dispositif se réduisait à cette girouette simple, nous retrouverions les inconvénients signalés plus haut : augmentation du tangage. Mais, et c'est là que l'idée de M. Gianoli apparaît particulièrement originale ; il a adjoint à sa girouette un organe amortisseur.

Celui-ci est bien simple. La tige *t*, au lieu

d'être articulée directement sur le gouvernail de profondeur, est articulée en *b* sur un levier *L*, qui peut pivoter autour d'un axe *O* (fig. 7 et 8). Ce levier porte une glissière *g*. La tige *m n*, qui commande les mouvements du gouvernail de profondeur, est terminée par un bouton *m*, qui peut coulisser dans cette glissière. Lorsque l'avion vole en air calme, ce bouton *m* se trouve à l'extrémité de la glissière qui est située près de l'axe *b* de la tige *t*. Supposons qu'une onde aérienne vienne frapper la girouette par-dessus, suivant une vitesse de vent figuré par la flèche *V* (fig. 7). La girouette va s'abaisser et la tige *t* entraînant la tige *m n*, cette dernière va

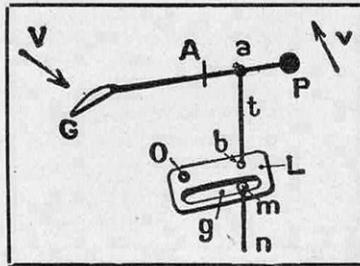


FIG. 7. — L'ORGANE AMORTISSEUR DU STABILISATEUR AUTOMATIQUE

Il comporte un levier à coulisse *L* pivotant en *O*. La tige *t*, au lieu d'être articulée directement au gouvernail de profondeur, est articulée au levier *L*, et c'est la tige *m n*, coulisant en *m* dans la glissière *g*, qui commande ledit gouvernail. Les organes sont représentés dans la position qu'ils occupent normalement.

braquer le gouvernail de profondeur. Ce braquage augmentera tant que la girouette descendra. Mais dès que le mouvement pendulaire de l'avion, arrêté par l'action du gouvernail de profondeur, changera de sens, un petit appareil, lui-même actionné par un moulinet, ramène le bouton *m* de la tige *m n* à l'autre extrémité de la glissière, au voisinage de l'axe *O* du levier *L* (fig. 8). En revenant à cette position, la tige *m n* ramène instantanément le gouvernail de profondeur à la position neutre ; il en résulte que, pendant tout le temps durant lequel l'avion reviendra à la position horizontale, l'action du gouvernail de profondeur cessera.

Sur la figure 9, on voit que l'effort de redressement du gouvernail, qui va en croissant de *a* jusqu'à *b* tant que l'avion s'écarte de la position horizontale, cesse dès que le mouvement de l'avion se renverse de *B* en *C*.

Il en résulte que, cette fois-ci, l'avion va revenir à la position horizontale avec une vitesse décroissante. Il s'arrêtera donc à cette position *c*, à moins qu'une nouvelle onde ne vienne le frapper, auquel cas la girouette stabilisatrice, revenue à sa position initiale, sera de nouveau prête à s'opposer à ce nouveau déplacement de l'avion, comme elle l'a fait pour le premier. La girouette s'oppose au déplacement de l'avion sur l'horizontale, mais dès que l'avion tend à revenir à la position hori-

zontale, la girouette, grâce à son organe amortisseur, abandonne l'appareil à lui-même, son gouvernail étant ramené à la position du vol horizontal. Ainsi, le mouvement de retour s'amortit sur l'air jusqu'à ce que l'avion retrouve la position horizontale qui est sa position d'équilibre stable en air calme.

Voilà pour la stabilisation longitudinale. Quant à la stabilisation verticale, elle est réalisée par une girouette à axe vertical, qui entre en action dès que l'avion amorce un virage ou glisse sur une aile. Cette girouette agit alors sur les ailerons pour s'opposer au mouvement de roulis ainsi amorcé. L'expérience montre qu'elle n'a aucun besoin d'organe amortisseur.

En fait, bien entendu, les choses ne se passent pas aussi simplement, mais il convient de s'en tenir à l'essentiel.

Des expériences faites au Service Technique ont démontré l'efficacité du stabilisateur M. G. En particulier, des essais exécutés par temps très agité ont démontré, grâce à un enregistreur de vitesse monté sur l'avion, que l'amplitude des oscillations de vitesse dues à l'effet des remous était diminuée dans la proportion de 3 à 1, lorsqu'on substituait le pilotage automatique à la conduite par le pilote.

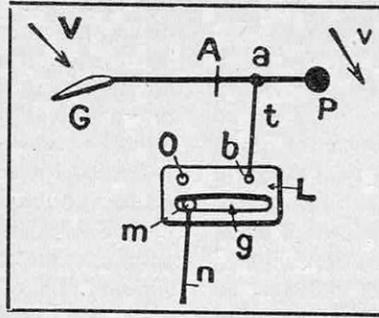


FIG. 8. — LE STABILISATEUR AUTOMATIQUE DANS SA SECONDE POSITION

La tige m n est à l'extrémité opposée de la coulisse. Le gouvernail de profondeur est alors ramené à sa position neutre.

zontale, la girouette, grâce à son organe amortisseur, abandonne l'appareil à lui-même, son gouvernail étant ramené à la position du vol horizontal. Ainsi, le mouvement de retour s'amortit sur l'air jusqu'à ce que l'avion retrouve la position horizontale qui est sa position d'équilibre stable en air calme.

Enfin, le poids total de l'appareil ne dépasse pas 20 kilogrammes en tout, et son prix de revient ne saurait être en rien comparable à celui d'un stabilisateur gyroscopique.

Il est hors de doute que le pilotage automatique, soit par gyroscope (systèmes américain Sperry et « robot » anglais), soit par girouettes (travaux de M. Constantin, système Gianoli et M. G.), a fait de tels progrès au cours de ces derniers temps que la solution est maintenant du domaine de la réalité. Sans aucun doute, avant peu, tous les

avions non destinés à des vols acrobatiques, et, en particulier, les « longs courriers », en seront équipés. Les avantages d'un tel pilotage sont, en effet, évidents. C'est la suppression absolue, tout au moins si l'on exclut le dérèglement brusque du système (et nous avons vu qu'avec l'appareil M. G. ce danger n'est pas à craindre), c'est la suppression, disons-nous, des fautes de pilotage ; c'est aussi la solution complète du vol dans la nuit et dans le brouillard ; le

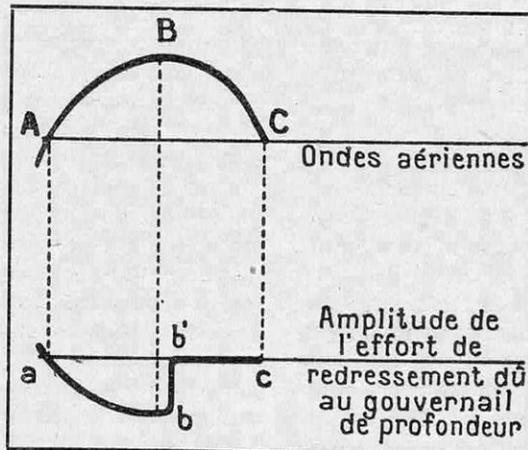


FIG. 9. — GRACE AU STABILISATEUR AUTOMATIQUE, LES EFFETS DE TANGAGE SONT AMORTIS RAPIDEMENT

En effet, le gouvernail, à partir de b b', est ramené dans sa position neutre. (Voir le texte.)

pilotage aux instruments dans le noir n'est, en effet, qu'un pilotage automatique imparfait, puisque, si l'homme se confie entièrement aux instruments, il doit, par temps calme, encore exécuter néanmoins des manœuvres qui lui sont dictées, et que, par gros temps, ses instruments ne lui sont plus d'aucune utilité ou presque.

Ce nouveau pas fait en avant permet d'en envisager un autre. Si les stabilisateurs automatiques se révèlent à l'usage parfaitement au point, il n'est pas insensé de supposer qu'on ne tardera pas à leur adjoindre un servo-pilote, qui permettra de les diriger à distance et de supprimer l'homme tout à fait.

Déjà, en Italie, le major de Bernardi aurait,

dans cette voie, obtenu des résultats extrêmement encourageants. Au cours d'essais en vol des appareils de sport et de guerre, des monomoteurs et des multimoteurs auraient été correctement commandés à distance à l'aide d'ondes hertziennes transmises à un servo-pilote. Le stade actuel des expériences du major de Bernardi ne lui aurait pas encore permis de se passer de pilote pour l'envol et l'atterrissage, mais il espère bien y parvenir.

Pilotage sans visibilité, pilotage automatique, pilotage automatique à l'aide d'ondes hertziennes : ce sont là les maillons d'une chaîne qui se déroule actuellement sous nos yeux.

J. LE BOUCHER.

LES NOUVELLES APPLICATIONS DE LA CELLULE PHOTOÉLECTRIQUE EN AMÉRIQUE

LA SCIENCE ET LA VIE a montré, l'une des premières (1), les précieuses et nombreuses applications de la cellule photoélectrique à la vie moderne. En voici encore quelques-unes fort curieuses qui nous viennent d'Amérique : dans certaines usines des Etats-Unis, pour éviter les accidents du travail autour de machines en fonctionnement, la zone dangereuse et interdite est défendue par un rayon lumineux qui frappe la cellule photoélectrique et ferme le circuit électrique qui permet à la machine de fonctionner normalement. Lorsque quelqu'un s'aventure dans cette zone dangereuse et franchit, par conséquent, le rayon lumineux, le circuit est coupé, et la machine s'arrête automatiquement. Un dispositif semblable permet, dans certaines aciéries, d'utiliser des laminoirs réversibles qui fonctionnent automatiquement à l'approche des lingots incandescents.

Il en est de même pour le contrôle des fours à réchauffer les lingots d'acier, qui sont expulsés automatiquement et dirigés sur les laminoirs dès que la couleur du blanc incandescent, correspondant à la température voulue, est obtenue.

Dans les mines de charbon, là aussi, la cellule photoélectrique est utilisée pour permettre aux wagnons de houille, à l'approche des portes de ventilation, d'ouvrir celles-ci et de les laisser se refermer après leur passage.

Dans l'industrie pétrolière, la cellule photoélectrique a trouvé également son emploi pour séparer les différents produits lourds de distillation du pétrole (cracking)

suivant la couleur des liquides obtenus, ceux-ci laissant passer plus ou moins la lumière suivant leur opacité. Alors, dès que le liquide qui passe à distillation change de teinte, la cellule photoélectrique avertit du changement d'allure de l'épuration, et permet au chimiste de conduire rationnellement l'opération pour obtenir des qualités d'essence bien définies, suivant des fractionnements rigoureusement contrôlés.

Même en imprimerie, la cellule est appréciée : elle permet, en effet, d'arrêter automatiquement les rotatives, dans le cas, assez fréquent, où la bande de papier vient à se rompre pendant le tirage du journal.

On sait aussi que, déjà, la cellule merveilleuse permet, sur certains aérodromes des Etats-Unis, à l'aviateur naviguant de nuit de provoquer lui-même l'allumage des projecteurs des terrains d'atterrissage, en projetant lui-même un faisceau orientable sur le dispositif aménagé à cet effet en un point déterminé de l'aéroport. Dans la signalisation pour la circulation automobile, la cellule photoélectrique déclenche la signalisation lumineuse qui règle automatiquement le mouvement des voitures. Il en est de même pour l'ouverture automatique des portes de garage, frappées par la lumière des phares du véhicule qui regagne son « box ». Dans certaines gares américaines, on a entrepris récemment de classer les bagages d'après la couleur des étiquettes. L'œil électrique effectue ici cette sélection pour aiguiller les colis, comme elle autorise, dans la manufacture des tabacs, la sélection d'après la teinte des cigares (1).

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

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 186, page 439.

LA T. S. F. ET LES CONSTRUCTEURS

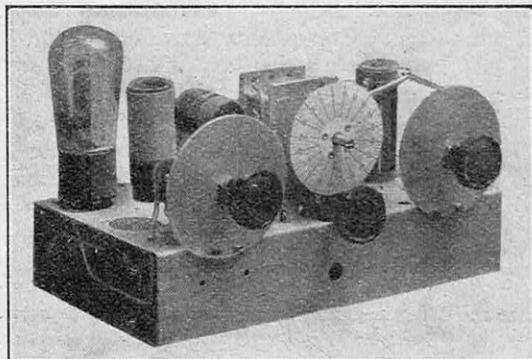
Pour recevoir les émissions radiophoniques sur ondes très courtes

PENDANT longtemps, les ondes courtes furent un domaine exclusivement réservé aux essais des amateurs émetteurs et aux liaisons commerciales intercontinentales, mais la situation est bien changée depuis que les divers Etats ont créé des stations de radiodiffusion qui rayonnent pratiquement sur le monde entier.

C'est ainsi qu'à toute heure du jour ou de la nuit, on peut entendre des radio-concerts ou des conférences émis soit par le poste français Radio-Colonial, soit par la station allemande de Koenigswusterhausen, ou encore par le Radio-Colonial anglais, etc., par les stations américaines de Shenectady ou de Buenos-Ayres, ou même par le célèbre poste des Etats pontificaux Radio-Vatican.

Cependant, malgré l'intérêt considérable de ces émissions, il est à remarquer que, seul, un très petit nombre d'auditeurs s'y adonne ; c'est qu'en effet on s'imagine bien à tort qu'il faut un matériel délicat et coûteux pour les recevoir. A la vérité, le matériel utilisé pour la réception des ondes de 200 à 2.000 mètres convient assez mal au-dessous de 100 mètres et, en dehors de certains appareils de grand luxe, les récepteurs dits toutes ondes ne donnent généralement que des résultats assez médiocres sur ces fréquences très élevées.

Au contraire, avec des condensateurs bien étudiés et des selfs bien appropriées, c'est un jeu de recevoir ces émissions. Mais il est



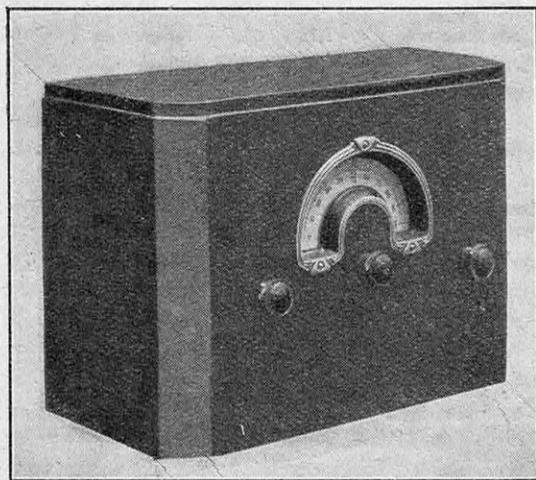
LE CHASSIS DE L'ADAPTATEUR

évident que bien peu d'auditeurs peuvent s'offrir le luxe d'un deuxième récepteur uniquement réservé à la gamme 10 à 100 m.

Heureusement, il est possible de tourner cette difficulté. Un récepteur spécial pour ondes courtes ne diffère, en effet, d'un récepteur habituel que par ses circuits d'accord et de détection. Le reste des éléments, amplification basse fréquence, alimentation, sont identiques à ceux d'un récepteur normal. On a donc imaginé des petits récepteurs, dits adaptateurs, ne comportant que les circuits d'accord et de détection, que l'on peut accoupler à des appareils normaux qui utilisent le courant d'alimentation, l'amplification basse fréquence et le haut-parleur de ces derniers.

Mais, pour obtenir de bons résultats, il faut que la construction de ces petits blocs soit très soignée et que leur adaptation soit très facile.

Un des modèles du genre est un petit adaptateur à une lampe, que montre la figure ci-contre et qui est réalisé par les Etablissements Radio-Source. Cet appareil, malgré son bas prix, est muni des tous derniers perfectionnements, notamment d'un condensateur particulièrement bien isolé et de bobinages à très faible perte. Grâce à un jeu de trois circuits d'accord séparé, mis en service par un commutateur visible à gauche, il permet de couvrir sans trou la gamme 10 à 175 mètres. Il peut s'adapter instantanément à tout poste-secteur du commerce ou d'amateur comportant une penthode B F de puissance. Pour les mettre en service, il suffit, en effet, de mettre entre la dernière lampe du poste et son support le petit macaron qui termine le cordon d'alimentation et de débrancher l'antenne pour la mettre sur l'adaptateur. La réception des ondes courtes se fait alors par la manœuvre du conden-



VUE EXTERIEURE DE L'ADAPTATEUR A ONDES COURTES « RADIO-SOURCE »

sateur d'accord visible au centre, et du bouton de réaction, à droite. On peut très bien continuer de recevoir les émissions ordinaires sur le récepteur principal, tout en laissant l'adaptateur en place. Il suffit, pour cela, de rebrancher l'antenne à sa prise habituelle.

Ainsi, tout possesseur d'un poste-secteur quelconque, quelle qu'en soit la marque, la puissance ou le nombre de lampes, peut, sans grande dépense, s'offrir l'écoute de l'univers entier.

L'audition des ondes courtes est particulièrement agréable, surtout au moment où s'annonce la belle saison, car, de par leurs fréquences très élevées, les ondes courtes sont, en général, exemptes des parasites qui viennent entacher les émissions ordinaires pendant l'été.

ETABLISSEMENTS RADIO-SOURCE, 82, avenue Parmentier, Paris (11^e).

Voici trois récepteurs de T. S. F. d'une qualité supérieure à des prix modiques

LA série des récepteurs *Géès* comprend :
1^o Le *Quatre-Géès*, un appareil à quatre lampes, très net, très pur, avec électrodynamique, donnant jusqu'à trente émetteurs français et étrangers, nettement séparés ;

2^o Le *Super-Géès*, un superhétérodyne de qualité, à cinq lampes, avec présélecteur, système antiparasites, contrôle de tonalité, prise pick-up, etc., donnant toutes les

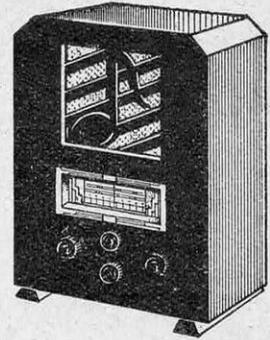
stations européennes de premier ordre et un bon nombre de stations de deuxième ordre ;

3^o Le *Super-7-Géès*, un superhétérodyne de grand luxe, à sept lampes, plus puissant, plus sélectif encore que le précédent, donnant cent stations, muni des perfectionnements les plus récents : présélecteur, ampli, push-pull, systèmes antiparasites et antifading.

Tous ces appareils sont sélectifs, musicaux et d'une grande pureté. Ce ne sont pas des postes « miniature », mais de véritables postes de salon, contenus dans de luxueuses ébénisteries en rogne de noyer, à la sonorité franche et agréable. Ils sont vendus avec une garantie égale à celle des marques les plus chères.

Les lecteurs de Paris pourront voir et entendre les appareils de la « Série étonnante *Géès* » aux magasins du constructeur, ouverts jusqu'à 19 heures, même le dimanche. Les lecteurs de province, après avoir fixé leur choix au moyen de la notice n^o 15, qui leur sera envoyée gratuitement, sur demande aux établissements *Géès*, pourront, eux, recevoir un appareil à l'essai pour quelques jours, sans engagement.

GÉÈS, constructeur, 1, rue Georges-Saché, Paris-11^e.



UN DES POSTES GÉÈS

EN FRANCE, DANS L'ENSEIGNEMENT, LE CINÉMATOGAPHE N'A PAS ENCORE SA PLACE

DANS *La Science et la Vie* (n^o 200, de février 1934), M. Trillat, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon, a exposé les méthodes de recherches scientifiques en honneur dans les grands laboratoires de l'U. R. S. S.

L'un de nos collaborateurs, qui revient de Moscou, nous a signalé, à ce propos, l'importance prise par le film scientifique dans l'enseignement. Ainsi, dans les écoles primaires, son emploi est de plus en plus généralisé, surtout pour apprendre aux élèves la géographie, les sciences physiques et naturelles. Le cinéma devient ainsi l'auxiliaire indispensable de l'instituteur. En France, aucun programme coordonné n'a encore été élaboré à ce sujet. Notre ministère de l'Éducation nationale semble ignorer ce qui a été fait en U. R. S. S., en Allemagne et ailleurs.

Quand on songe que les Soviets ont fait « tourner », sous la direction des professeurs les plus éminents de l'enseignement technique, soixante films scientifiques en 1933 (on en prévoit autant pour 1934), on ne peut qu'admirer cette méthode d'enseignement pratique appliquée à la jeunesse scolaire, aussi bien dans les instituts techniques et

professionnels que dans les écoles plus élémentaires.

Parmi les films scientifiques les plus réussis il y a lieu de mentionner plus spécialement ceux sur l'électromagnétisme (électricité théorique et appliquée), sur la biologie (étude microscopique des cellules), sur l'anatomie humaine, la physiologie, etc.

Le cinéma est aussi l'auxiliaire de la formation militaire dans certains pays, notamment en Allemagne. Dans les écoles spéciales et les cours destinés aux sous-officiers et soldats d'élite, passent à l'écran, commentés par l'instructeur, des films « décomposant » les principales armes automatiques modernes ou en montrant le fonctionnement.

Dans le même ordre d'idées, les dessins animés répondent au même but et permettent de fixer dans la mémoire de l'auditeur un enseignement technique et professionnel qui, sans cela, serait ardu et livresque.

Nous posons la question à M. le Ministre de la Guerre : est-ce que les écoles militaires françaises — même du degré le plus élevé — ont adopté le cinéma comme auxiliaire du professeur ? A l'évolution moderne, il faut des esprits modernes.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR.

Une pompe en caoutchouc

La pompe P. C. M. (licence Moineau) élimine à la fois tous les inconvénients des pompes existantes (désamorçage, défaut d'étanchéité, usure, etc.). Aussi simple qu'une pompe centrifuge, elle a en commun avec celle-ci le minimum de frottements intérieurs ; mais, en même temps, c'est une pompe volumétrique, donc s'amorçant elle-même et susceptible de hauteurs de refoulement importantes ; enfin, grâce à une constitution très ingénieuse, elle est pratiquement insensible à la présence de corps étrangers dans le fluide à maintenir.

Essentiellement, la pompe est constituée par deux pièces roulant l'une dans l'autre et assimilables à un engrenage hélicoïdal intérieur, dont la couronne est fixe.

Le rotor est une pièce métallique ayant pour génératrices des hélices et dont toutes les sections transversales sont des cercles (fig. 1 et 2) ; le stator, de profil un peu plus complexe, permet cependant un usinage assez facile.

Mais ici se place un des détails les plus ingénieux de l'invention : pour les liquides aqueux, le stator est établi en caoutchouc. Ceci a quatre conséquences importantes : 1° possibilité d'une étanchéité parfaite entre le rotor et le stator, les contacts se faisant suivant des bandes d'une certaine largeur,

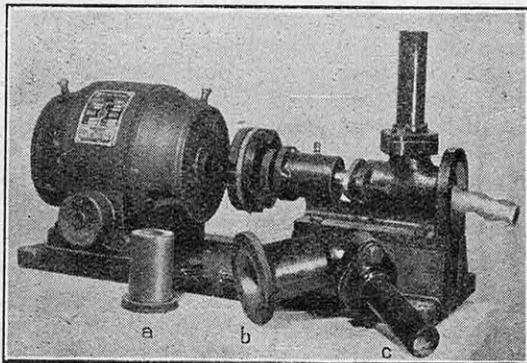


FIG. 1. — VUE D'ENSEMBLE D'UNE POMPE « P. C. M. » (LICENCE MOINEAU) DÉMONTÉE. On voit très nettement le rotor qui sort, à droite, du corps de la pompe. En a, on voit la cartouche en caoutchouc qui constitue le stator et qu'on introduit dans la pipe b reliée au tuyau d'aspiration c.

et non plus suivant de simples lignes ; 2° la pompe est merveilleusement silencieuse ; 3° lubrification automatique par le liquide véhiculé ; 4° si le liquide contient du sable, de petits graviers, etc., ces corps étrangers déforment momentanément le caoutchouc et ne détérioreront rien. La pompe P. C. M. se distingue donc par une extrême résistance à l'usure. De par son principe même, elle ne comporte aucune soupape ; elle passe avec une égale facilité les liquides visqueux et fluides, sans aucunement les brasser ; en particulier, elle convient admirablement pour le vin et le lait, qui n'y subissent ni barattage, ni autre altération quelconque. La pompe étant volumétrique dans toute l'acception du terme, se comporte comme une bonne pompe à piston ; elle aspire à 8 mètres sans avoir besoin d'être amorcée et peut refouler sous des pressions considérables, avec un débit rigoureusement uniforme. Son principe de fonctionnement en permet également l'application aux gaz. Ici encore, il n'est pas besoin de clapets.

La pompe P. C. M. se construit actuellement en série en plusieurs tailles qui conviennent à tous les débits de 500 litres à 15.000 litres. Tous ces types sont prévus pour accouplement direct avec moteur électrique, pour accouplement direct avec moteur à explosion, pour commande par courroie avec poulies fixe et folle. C'est assez dire que, dans chaque cas particulier, on peut trouver le type adéquat.

Nous n'avons donné ci-dessus qu'une description assez succincte de cette nouvelle pompe. Nous en enverrons la description technique détaillée à tout lecteur que cette pompe intéresserait. Elle sera d'ailleurs présentée à la Foire de Paris, quartier de la Mécanique, terrasse B, stand 1856.

POMPES, COMPRESSEURS, MÉCANIQUE, 63 et 65, rue de la Mairie, Vanves (Seine).

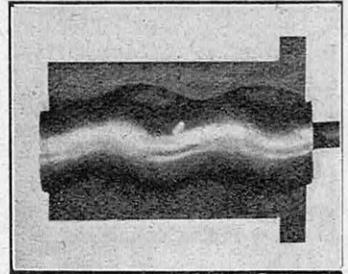


FIG. 2. — COUPE DU STATOR DANS LEQUEL SE TROUVE LE ROTOR VU NON COUPÉ

Pour encadrer instantanément gravures, dessins, photographies

ON sait que l'encadrement est un art assez délicat, exigeant certain apprentissage. Or, voici une nouvelle invention qui permet aux profanes d'encadrer instantanément, et sans difficulté, gravures, dessins, photographies, etc., de toutes dimensions.

Il s'agit du *Sousverremétal*. Le dispositif comporte quatre baguettes, coupées simplement avec des ciseaux à la longueur



LES COINS MÉTALLIQUES DU « SOUSVERREMÉTAL »

On fixe le coin sur les baguettes et le carton au moyen d'un clou introduit dans le trou ménagé à cet effet, et on rabat ensuite (schéma de droite) la languette sur la tête du clou.

à la longueur voulue, et quatre coins métalliques destinés à compléter le cadre. Les baguettes, une fois coupées, forment, après mise en place, ressort sur l'assemblage du verre, du passe-partout, de la gravure et du carton. Les quatre coins

(la figure ci-dessus en représente deux modèles différents) sont pourvus d'un dispositif simple et ingénieux, qui permet de fixer solidement les baguettes sur le carton. Un support amovible permet de placer les cartes de différentes dimensions sur une table.

Le *Sousverremétal* est livré soit cadre nu, comportant seulement les baguettes et les coins, soit complet, comprenant alors le verre, le carton et le passe-partout coupés à la dimension désirée. Les baguettes se font en différentes couleurs, de même, d'ailleurs, que les coins. On obtient des effets très modernes en assemblant des coins de couleurs différentes à celles des baguettes.

Signalons que ce *Sousverremétal* a obtenu de très gros succès au dernier Salon des Arts ménagers, ainsi qu'à celui de la Photographie et du Cinéma.

SOUSVERREMÉTAL, 49, rue de la Victoire, Paris (9^e).

La sténographie simplifiée

NUL n'ignore l'importance de la sténographie dans la vie moderne. On sait, d'autre part, que parmi les différentes méthodes actuellement pratiquées, la « Prévost-Delaunay » mise au point au cours du siècle dernier, est certainement l'une des plus parfaites et des plus rapides.

Toutefois, l'ensemble de ce système présente le grave inconvénient d'être extrêmement complexe. N'y a-t-il pas, en effet, du fait de l'introduction des « incompatibilités », dues à Delaunay, deux cent trente-

deux définitions, règles et exceptions ?

On comprend facilement, par suite, que l'on ait cherché à y apporter des simplifications. C'est aujourd'hui chose faite, grâce aux remarquables travaux de M. de Mulder.

Le point de départ en fut quelques idées très simples : rendre aisée la dictée sténographique en réduisant au minimum l'effort mental ; dans ce but, simplifier autant que possible les règles qui s'interposent comme un écran entre les mots exprimés et les signes nécessaires pour les rendre. Pour cela, reprendre la méthode à sa base, la réformer profondément, en maintenant les principes initiaux de Prévost qui, à l'usage, se sont révélés excellents. Le travail essentiel a donc consisté dans la suppression totale des *incompatibilités*, tout en maintenant les abréviations qu'elles permettent. Le but visé était ainsi atteint : conserver le résultat acquis en simplifiant les moyens indispensables pour y parvenir.

La méthode réformée Prévost-de Mulder, élaborée au cours des années qui suivirent la guerre, a été terminée en 1930. Depuis lors, appliquée à de nombreux élèves, elle s'est révélée conforme aux intentions de son auteur : abrégé considérablement l'étude technique et pratique de la sténographie. Aujourd'hui, l'expérience acquise est suffisante pour la diffuser.

L'Ecole Bénédicte, 23, boulevard des Italiens, où cette méthode est enseignée, nous a confirmé les résultats remarquables obtenus. Douze leçons suffisent désormais aux élèves pour apprendre la théorie ; celle-ci est suivie de deux à trois mois d'entraînement à la vitesse. Au total, au bout de quelques semaines, l'élève est devenu un bon sténographe, capable de « prendre » sous dictée à raison de cent mots à la minute. Or, avec les méthodes existantes, un travail intensif de six à neuf mois était indispensable pour parvenir à ce résultat.

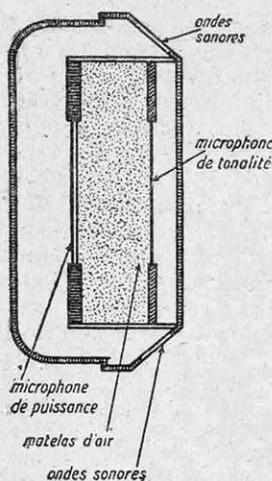
Ces résultats sont assez éloquents pour se passer de commentaires. Ils sont susceptibles d'intéresser les 70.000 personnes de tout âge qui, chaque année, apprennent en France, la sténographie. Cette petite révolution semble destinée à un grand avenir, car elle complète heureusement les travaux des grands devanciers et rend accessible à tous un art jadis difficile.

Un appareil pour permettre aux sourds d'entendre

DES progrès considérables viennent d'être accomplis dans la construction des appareils acoustiques permettant de parler aux inconvénients de la surdité.

Signalons, en particulier, les nouveaux appareils *Audios* à écouteurs non métalliques et à matelas d'air.

La suppression de toute partie métallique



L'APPAREIL « AUDIOS »

versé une couche d'air isolante, ce qui permet aux vibrations de ne pas se heurter entre elles et de pénétrer dans le conduit auditif sans aucune déformation et avec une puissance inconnue à ce jour.

SOCIÉTÉ DEGRAIS, 140, rue du Temple, Paris (3^e).

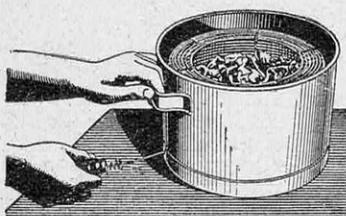
Une essoreuse vraiment pratique

VOICI un nouvel appareil pour sécher la salade, égoutter les légumes, de même que pour essorer le linge, les lainages légers, etc.

On sait, en effet, que l'antique panier à salade est peu pratique et fatigant à manœuvrer ; il a l'inconvénient, en particulier, de provoquer des projections d'eau, si bien que l'on est obligé de s'en servir en dehors de la cuisine.

L'essoreuse que nous présentons à nos lecteurs et à laquelle on a donné le nom de *Yoyo-Saladier*, n'offre aucun de ces désavantages. Elle est constituée par un panier cylindrique tournant à l'intérieur d'une cuve également cylindrique. Ce panier amovible se réunit instantanément avec un véritable « yoyo », que l'on actionne à l'extérieur, au moyen d'un cordon se terminant par une poignée, comme on peut le voir sur le dessin ci-contre.

La salade, une fois lavée, étant placée à l'intérieur du panier, on tire sur le cordon jusqu'à déroulement complet. Le panier est ainsi mis en rotation par le « yoyo », et le cordon s'enroule tout seul. A chaque traction, le panier change de sens de rotation et la salade, les légumes, les lainages, etc.,



LE « YOYO-SALADIER »

dans l'écouteur a le gros avantage de rendre perceptibles des vibrations dont la fréquence atteint 5.000 à la seconde, alors que, jusqu'à présent, on ne pouvait pas aller au delà de 1.500 par seconde. Il en résulte que le son de la voix n'est plus déformé et qu'il est transmis avec son intonation naturelle.

D'autre part, le principe du matelas d'air oblige les sons à ne venir frapper les deux microphones qu'après avoir tra-

sont séchés par la force centrifuge, l'eau étant récupérée dans la cuve sans aucune projection.

On construit le *Yoyo-Saladier* en trois dimensions différentes : le petit modèle, de 20 centimètres, convient pour deux ou trois personnes ; le modèle intermédiaire, de 24 centimètres, pour quatre à cinq personnes ; enfin, le grand modèle est particulièrement indiqué pour les restaurants. Ces appareils ont eu le plus grand succès au Salon des Arts Ménagers, d'autant que leur prix très réduit les met à la portée de toutes les bourses.

LES APPAREILS MODERNES, 102, rue La Boétie, Paris (8^e).

Une lampe à souder pour les amateurs

LA lampe à souder — qui ne fut longtemps utilisée que par les plombiers — trouve maintenant des applications nombreuses dans le domaine ménager et doit, par suite, avoir sa place dans tous les foyers.

Elle peut servir, en effet, à dégeler les conduites d'eau en hiver, à enlever les vieilles peintures, à détruire par le feu les parasites de toutes sortes.

Parmi les différents modèles, la lampe *Express* se recommande par ses qualités remarquables. Elle possède, en effet, le débouchage automatique de la sortie de flamme qui, dans toutes les lampes à souder, est sujette à encrassement. Elle comporte, en outre, une soupape de sûreté qui rend tout éclatement impossible, puisque, en cas de surchauffe, la pression s'échappe par le trou de la soupape, qui est orienté du côté opposé à la poignée.

Enfin, elle peut utiliser indifféremment toutes les essences alcoolisées du commerce.

ETABLISSEMENTS LÉON GUILBERT & FILS, 10-12, rue Montlouis, Paris (11^e).



LA LAMPE A SOUDER « EXPRESS »

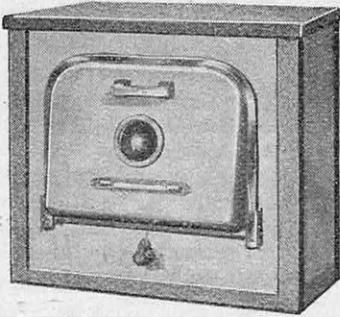
Un four électrique économique et pratique

NOUS avons eu l'occasion d'exposer, dans notre n° 198 (décembre 1933), les avantages de la cuisinière *Rotiss Four*. Celle-ci comprend un four proprement dit, comportant une double enveloppe fortement calorifugée. Un thermomètre-témoin, indéréglable et étalonné d'après le livre de recettes de cuisine et de pâtisserie offert avec chaque appareil, permet de régler la cuisson.

D'autre part, une lucarne vitrée, ménagée dans la porte du four, permet de surveiller directement la cuisson sans que l'on ait à

ouvrir cette porte, ce qui évite toute déperdition de chaleur. Cette caractéristique est particulièrement intéressante dans les nouveaux *Rotiss Four* électriques dont nous allons maintenant parler, car la vision directe est le seul moyen de se rendre compte du fonctionnement.

Pour ces nouveaux modèles *Rotiss Four*, fonctionnant à l'électricité, les réchauds et le four peuvent être livrés séparément et montés ensemble sous une forme quelconque. Comme certains appartements possèdent une installation électrique insuffisante pour assurer une consommation de plusieurs kilowatts nécessaires à l'alimentation d'une cuisinière électrique complète, on a prévu également la construction de cuisinières mixtes, le four et le grilloir fonctionnant à l'électricité et les réchauds étant alimentés au gaz de ville ou gaz butane.



LA CUISINIÈRE ÉLECTRIQUE « ROTISS FOUR »

La souplesse de chauffe est, par ailleurs, exceptionnelle du fait qu'elle est obtenue par cinq allures, alors que la plupart des appareils du même type n'ont que trois allures.

Voici les caractéristiques du nouveau *Rotiss Four* :

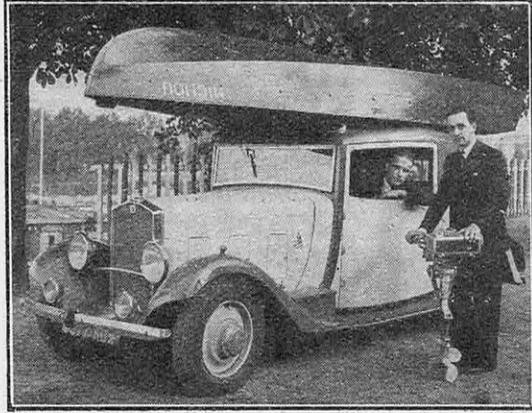
Dimensions utiles du four en centimètres		Puissance des éléments en watts	
Profondeur	34	Grilloir	1.000
Hauteur	25	Sole	300
Largeur	34	Côtés feu doux	400
		— vif..	800

Réchauds : un, deux ou trois feux — par feu — 3 allures de chauffe. Puissance : 600, 1.200, 1.800 watts.

« ROTISS FOUR » — O. GESLAIN, FERRAND & C^{ie}, 40, rue de l'Ourcq, Paris (19^e).

Le « passe-partout », bateau à moteur facilement transportable

VOICI une nouveauté qui sera la bienvenue des automobilistes épris du tourisme nautique. Il s'agit d'un bateau portatif à moteur, robuste, léger, tout à fait stable et rapide, puisqu'il peut atteindre la vitesse de 24 kilomètres à



LE « PASSE-PARTOUT » ARRIMÉ SUR UNE VOITURE AUTOMOBILE

Son moteur mobile, que l'on voit à droite de celle-ci, va être chargé dans le coffre arrière.

l'heure. Il est équipé d'un propulseur pliant de 18 kilogrammes et son poids total ne dépasse pas 50 kilogrammes, ce qui permet de le considérer et de le manipuler comme un simple canoë.

Quatre personnes néanmoins peuvent y prendre place. Par une ingénieuse particularité, il est muni de trois poignées spéciales qui en facilitent le portage, la mise à l'eau et la fixation sans difficulté sur le toit d'une voiture. Son insignifiant tirant d'eau lui permet de circuler sur les cours d'eau les plus petits ou ceux qui offrent, comme la Loire, des fonds extrêmement variables.

Le moteur, de 4 ch, est d'une technique toute nouvelle. Très économique, il est d'une douceur remarquable et absolument silencieuse. On peut l'employer, d'ailleurs, sur tous les bateaux, même lourds, servant, par exemple, pour la chasse et pour la pêche, et même sur des voiliers, à titre de moteur auxiliaire.

Son faible poids et son négligeable encombrement permettent de le loger à peu près n'importe où. Plié, il mesure exactement 0 m 35 x 0 m 28 x 0 m 52, si bien qu'on peut le placer facilement dans une malle arrière de voiture.

Signalons enfin que le prix de l'ensemble est extrêmement modique et met le sport nautique à la portée de tous.

On peut faire des essais à volonté aux Etablissements Lutetia.

LUTETIA, 31, boul. de Courbevoie, Neuilly (Seine).

V. RUBOR.

La Science et la Vie, dans son numéro 162 de décembre 1930, avait consacré une étude fort détaillée aux ascenseurs de bateaux pour améliorer l'exploitation des canaux modernes. Elle avait annoncé et décrit, à cette époque, la grandiose installation allemande en voie d'achèvement à Niederfinow, sur le canal de Berlin à Stettin. Ce gigantesque éleveur, capable de transporter des chalands de 1.000 tonnes chacun, vient d'être inauguré en mars dernier.

CHEZ LES ÉDITEURS ⁽¹⁾

L'utilisation domestique de l'électricité, par *André Lejay*, 1 vol. de 208 pages. Prix franco : France, 31 fr. 80 ; étranger, 35 francs.

La Science et la Vie a montré combien l'Europe était encore en retard au point de vue des applications domestiques de l'électricité, par rapport à l'Amérique ; la France, sur ce point, n'est pas à la tête du progrès, loin de là... Cela tient à ce que le courant, comme les appareils, coûtent encore trop cher chez nous.

Spécialiste en la matière, l'auteur a présenté le problème sous ses différents aspects et il a constaté avec plaisir que, même chez nous, l'abaissement des prix de certains tarifs consenti par certains secteurs pouvait rendre pratiques la cuisine électrique, comme le chauffage et les appareils électro-ménagers.

Cet ouvrage constitue à la fois un enseignement pour le technicien, un instrument de diffusion pour l'électricité appliquée, un conseiller utile pour le consommateur.

Pour le chimiste, par *A. Chaplet*. 1. vol. 187 pages. Prix franco : France, 16 fr. 50 ; étranger, 18 fr. 90.

En écrivant son ouvrage *Pour le Chimiste*, l'auteur, qui sait si bien recueillir les dispositifs, formules, procédés, tours de main, en un mot les « trucs » de toutes sortes, utilisés aux laboratoires scientifiques ou

industriels, a fait véritablement œuvre utile et pratique.

Il a voulu donner, à l'étudiant comme aux professeurs et même aux garçons de laboratoires, des éléments indispensables pour leur profession et que l'on ne rencontre pas dans les ouvrages d'un caractère plus élevé.

Les Rayons X, par *Marc Privault*. 1 vol. 204 pages. Prix franco : France, 27 fr. 75 ; étranger, 29 fr. 50.

Dans la collection des « actualités scientifiques et industrielles », on trouve, en général des ouvrages fort bien documentés, rédigés par des spécialistes qualifiés qui savent néanmoins se mettre à la portée du grand public.

Le livre qui vient de paraître sur les rayons X est du nombre. On en voit les applications au laboratoire, à l'hôpital, à l'usine. Les lecteurs de *La Science et la Vie* connaissent déjà les admirables conséquences de la découverte des rayons X, tant dans le domaine de la physique pure (théorie des quanta, cristallographie) que dans celui de la médecine (diagnostic de la tuberculose et du cancer, radiothérapie).

Il ne faut pas non plus oublier — et l'auteur n'y a pas manqué — les applications nouvelles des rayons X à l'industrie (métaux, alliages, soies, caoutchouc, etc...).

Sous sa forme réduite, l'ouvrage épuise l'examen de toutes ces questions en les rendant accessibles à chacun de nous. C'est un travail documentaire que *La Science et la Vie* apprécie pleinement.

(1) Les ouvrages annoncés dans cette rubrique peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE, au reçu de la somme correspondant aux prix indiqués.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an 45 fr. { 6 mois... 28 —	Envois recommandés....	{ 1 an 55 fr. { 6 mois... 28 —
-----------------------------------	---	------------------------	---

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésia, Suède.

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an 80 fr. { 6 mois... 41 —	Envois recommandés....	{ 1 an 100 fr. { 6 mois... 50 —
-----------------------------------	---	------------------------	--

Pour les autres pays :

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an 70 fr. { 6 mois... 36 —	Envois recommandés....	{ 1 an 90 fr. { 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. — Tout changement d'adresse doit être accompagné de la somme de 1 franc en timbres-poste.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

LA CARRIÈRE D'INGÉNIEUR ADJOINT DE L'AÉRONAUTIQUE ⁽¹⁾

La fonction — Le recrutement

Les Ingénieurs adjoints de l'Aéronautique assurent, avec les Ingénieurs de l'Aéronautique, le fonctionnement de divers services dépendant du ministère de l'Air et principalement les services techniques de l'Aéronautique.

Ces services ont un double but :

1° Ils étudient et mettent au point les appareils nouveaux ;

2° Ils contrôlent en usine la fabrication des appareils de série commandés par l'Etat.

Les Ingénieurs adjoints ont donc un rôle technique et de contrôle des plus intéressants.

Les Ingénieurs adjoints de l'Aéronautique, fonctionnaires de l'Etat, sont recrutés par voie de concours.

Ce concours est organisé dans des conditions d'équité et de loyauté remarquables. La valeur personnelle des candidats, leurs connaissances entrent seules en ligne de compte ; les recommandations, d'où qu'elles viennent, quelle que soit leur forme, sont rigoureusement bannies.

Aucun diplôme n'est exigé. La carrière d'Ingénieur adjoint est donc ouverte à tous ceux qui voudront faire l'effort nécessaire pour la préparation du concours.

Les avantages de la carrière

a) **Hierarchie.** — Les Ingénieurs adjoints de l'Aéronautique sont divisés en huit classes : quatre classes d'Ingénieurs adjoints ordinaires, quatre classes d'Ingénieurs adjoints principaux. Pour l'avancement au choix, deux années de présence effective sont nécessaires. Il en faut trois pour l'avancement à l'ancienneté.

Les Ingénieurs adjoints sont répartis dans les divers services de l'Aéronautique qui se trouvent à Paris, ou en province, sur leur demande, dans des usines importantes.

Les Ingénieurs adjoints sont sous les ordres directs des Ingénieurs de l'Aéronautique ; ils ont accès dans le corps des Ingénieurs par le concours ordinaire (il est question de leur donner accès dans ce corps au choix, après une ancienneté de huit ans).

b) **Rôle.** — Les Ingénieurs adjoints peuvent être affectés à trois services du Ministère de l'Air, groupés sous l'appellation générale de Services Techniques et Industriels de l'Aéronautique. Ce sont :

1° Le Service Technique, qui étudie les appareils nouveaux (prototypes) ;

2° Le Service des Recherches qui essaye les matériaux nouveaux et étudie les divers procédés de fabrication ;

3° Le Service des Fabrications qui contrôle l'exécution des marchés de série, vérifie si les contrats passés entre l'Etat et l'industriel sont bien exécutés et si les matériaux sont élaborés et traités dans les conditions optima.

Les candidats reçus au concours ne sont pas directement affectés à l'un de ces services :

Au cours d'une période d'instruction, actuellement d'une durée de 1 mois, des conférences leur sont faites sur l'organisation générale, ils visitent les divers ateliers, se rendent compte du fonctionnement de l'ensemble des services. L'Administration tient compte de leurs désirs, qu'ils peuvent exprimer en connaissance de cause.

c) **Intérêt particulier de la carrière.** — L'Ingénieur adjoint, étudiant les divers problèmes que nous venons de voir, complète petit à petit son instruction technique, se met au courant des dernières nouveautés en matière d'outillage, suit l'évolution constante des aéronefs, se met en rapport avec les divers industriels, dont il contrôle les usines.

En résumé, il a un travail scientifique très intéressant, accroît, dans l'inspection des établissements, sa valeur professionnelle, qui peut lui permettre, en certains cas, d'accéder à des situations plus importantes.

d) **Congés.** — Les Ingénieurs adjoints de l'Aéronautique ont droit à un congé de 24 jours tous les ans, plus 6 jours par an. Ces congés leur sont accordés, en règle générale, aux dates qu'ils désirent. En cas de maladie, ils peuvent, comme tous les fonctionnaires, obtenir trois mois de congé à plein traitement et trois mois à demi-traitement.

e) **Emoluments.** — Les Ingénieurs adjoints débutent au traitement annuel de 14.000 francs. Mais le traitement est augmenté d'un certain nombre d'indemnités :

1° De résidence (2.240 francs pour Paris) ;

2° Le cas échéant, de charges de famille ;

3° Eventuellement, de fonction (de 500 à 3.000 francs) ;

4° Eventuellement de services aériens (9.000 francs pour les pilotes et 4.500 francs pour les observateurs).

Le traitement d'un Ingénieur adjoint principal de 1^{re} classe est de 35.000 francs (sans compter les indemnités précédentes).

f) **Retraite.** — Le droit à une pension de retraite est acquis après 25 ans de service et 55 ans d'âge.

Dans la pratique et sauf le cas *tout à fait exceptionnel* où l'administration a des motifs particuliers pour appliquer à la lettre les dispositions ci-dessus, les Ingénieurs adjoints valides peuvent, s'ils le désirent, rester en fonction au delà de cette limite d'âge ; le montant de la retraite acquise par eux se trouve de ce fait, augmenté.

Conditions d'admission (1)

Les candidats doivent être Français, du sexe masculin, âgé de 18 ans au moins et de 26 ans au plus à la date du concours. Toutefois, la limite d'âge supérieure est reculée d'un temps égal à la durée des services antérieurs civils ou militaires ouvrant des droits à la retraite ou susceptibles d'être validés, par application de l'article 10 de la loi du 14 avril 1924 sur les pensions civiles.

(1) Le programme de ce concours sera envoyé gratuitement, sur simple demande, par l'Ecole Spéciale d'Administration 28, boulevard des Invalides, Paris (7^e).

RALLYE DE MONTE-CARLO 1934

301

GAGNE LA COUPE DES DAMES
COMME EN 1933

RALLYE PARIS S^t RAPHAEL 1934

301

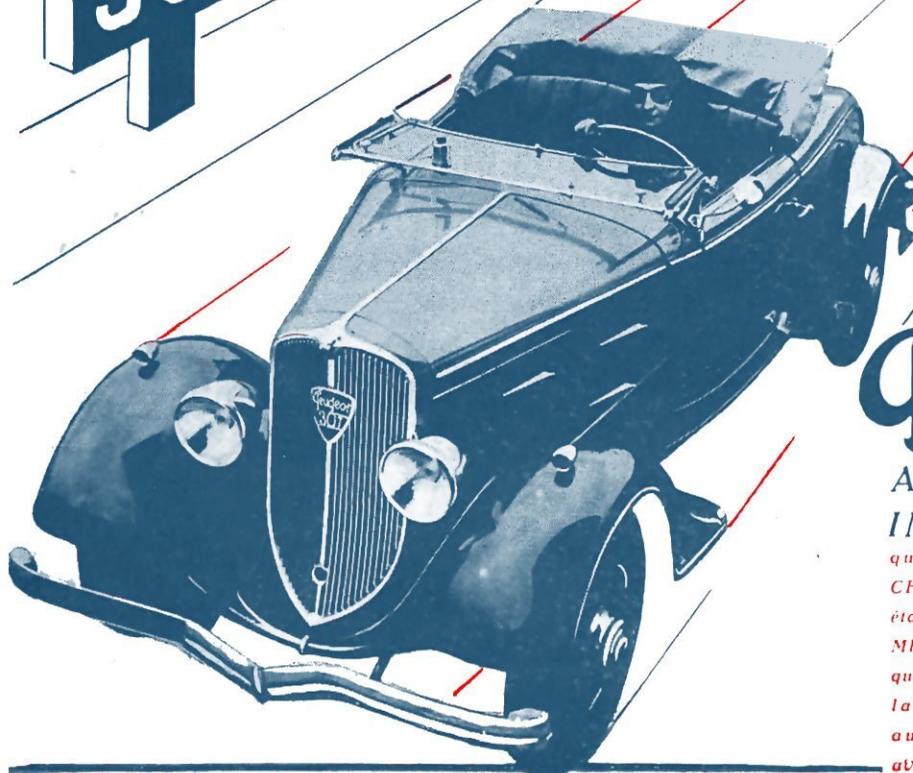
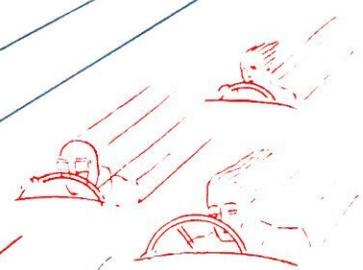
MEILLEUR TEMPS TOUTES CATEGORIES
ACCELERATION-FREINAGE-DEMI TOUR SUR PLACE

301

1^{ERE} DE LA CATEGORIE
7 A 8 CV

301

GAGNE LA COUPE DE VITESSE
(CATEGORIE 7 A 8 CV)



LA 301 Peugeot

AROUES AVANT
INDÉPENDANTES

qui accomplit
CES TRES BRILLANTES PERFORMANCES
était pilotée par
Mlle Fernande HUSTINX
qui remporta
la Coupe des Dames
au Rallye de Monte-Carlo 1934
avec sa coéquipière Mlle des FOREST