

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

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

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 44. n. 197. Novembre 1933
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1933
Collation	1 vol. (XXIV p.-p.[355]-444) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 197
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.197

France et Colonies : 4 fr.

N° 197 - Novembre 1933

LA SCIENCE ET LA VIE



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

LA CARRIÈRE DE VÉRIFICATEUR DES POIDS ET MESURES ⁽¹⁾

La Fonction

Le service des Poids et Mesures a pour but d'assurer la loyauté des transactions commerciales.

La mission peut se résumer ainsi :

- 1^o Maintenir l'emploi exclusif d'un seul système de mesures : le système métrique décimal ;
- 2^o Vérifier les instruments de mesure neufs, avant leur mise en vente ;
- 3^o Contrôler périodiquement les instruments de mesure en service chez les commerçants et industriels, et ordonner la réparation des instruments défectueux ;
- 4^o Surveiller l'emploi des appareils de mesure dans le débit des marchandises et réprimer les fraudes quantitatives.

A ce rôle, à la fois technique et répressif, s'ajoute un rôle fiscal : taxation des poids et mesures possédés par les personnes assujetties à la vérification. Le service des Poids et Mesures est aussi chargé de la surveillance des appareils susceptibles d'être employés à la frappe des monnaies, et ses agents sont compris parmi ceux qui peuvent relever les infractions aux règlements concernant la police du roulage.

Avantages de la carrière

Travail intéressant. — Le travail des Vérificateurs des Poids et Mesures présente un réel intérêt. L'étude des dispositifs nouveaux et souvent très ingénieux employés dans les appareils de mesure (exemple : balances et bascules automatiques, appareils de pesage continu sur transporteurs, distributeurs d'essence automatique, etc.), est une des plus attrayantes pour un esprit curieux et amateur de mécanique. La visite des usines assujetties au contrôle du Vérificateur lui permet d'acquérir une foule de notions utiles sur les produits fabriqués, les machines employées, les procédés de fabrication, etc...

Travail sain. — La profession réunit, dans une juste proportion, l'exercice physique et le travail de bureau, pour le plus grand bien de la santé des agents.

Déplacements en automobile. — Pour effectuer leurs tournées dans les communes rurales, les Vérificateurs ont une carte de circulation sur les chemins de fer (2^e classe), mais beaucoup d'entre eux possèdent une automobile et il est question d'augmenter les indemnités actuelles pour frais de tournées, de manière à généraliser ce mode de transport. A noter que l'Administration met à la disposition des agents chargés du contrôle des distributeurs d'essence, une voiture 10 ch, conduite intérieure.

Indépendance. — Le Vérificateur des Poids et Mesures est, dans sa circonscription, un véritable Chef de Service. Jouissant d'une grande indépendance, il organise ses tournées comme il l'entend, sous la seule réserve d'en faire approuver l'itinéraire par l'Inspecteur Régional.

Considération. — Le Vérificateur jouit d'une grande considération près des industriels et commerçants d'une part, près du public, d'autre part. Pour les premiers, il est le conseiller technique qui renseigne sur la valeur et l'exactitude des instruments ; pour le second, il est le défenseur des intérêts du consommateur, l'agent qui veille au bon poids et à la bonne mesure. Le Vérificateur a d'ailleurs le sentiment d'assurer une tâche utile et il en éprouve une légitime satisfaction qui a bien son prix.

Choix d'un poste. — L'Administration s'est efforcée jusqu'ici de donner, dans la plus large mesure, satisfaction aux agents qui demandent à être nommés dans une région de leur choix. Lorsqu'un Vérificateur se trouve dans un poste à sa convenance, il peut y passer toute sa carrière, s'il le désire, car l'avancement n'entraîne pas un changement de résidence : la classe de l'agent est attachée à la personne et non au poste occupé.

Congés. — Comme tous les fonctionnaires, les Vérificateurs des Poids et Mesures ont droit à trois semaines de congé par an.

En cas de maladie, ils peuvent obtenir trois mois de congé à plein traitement et trois mois à demi-traitement.

Emoluments (1).

Avancement (1).

Retraite (1).

(1) La nature de la fonction de Vérificateur des Poids et Mesures aux Colonies est la même que celle de Vérificateur des Poids et Mesures en France. Pour le Maroc, les limites d'âge sont de 21 à 40, ou plus, suivant les services militaires. **AUCUN DIPLOME EXIGÉ.** Renseignements gratuits par l'Ecole Spéciale d'Administration, 28, boulevard des Invalides, Paris, 7^e.

PLUS
DE BIEN-ÊTRE

MOINS
DE DÉPENSE

CET HIVER

si vous adoptez
LE CHAUFFAGE CENTRAL

"IDÉAL CLASSIC" N° 219

Au lieu d'avoir chaud dans une de vos pièces et de grelotter dans les autres, vous aurez toute votre demeure parfaitement chauffée. Vous aurez, en outre, l'eau chaude à volonté pour tous vos besoins. Mieux encore : pour obtenir cet incomparable confort vous dépenserez **moins de 7 centimes par heure et par radiateur.**

Demandez la Brochure N° 68 donnant tous renseignements sur le Chauffage Central "Idéal Classic", en utilisant ce coupon.

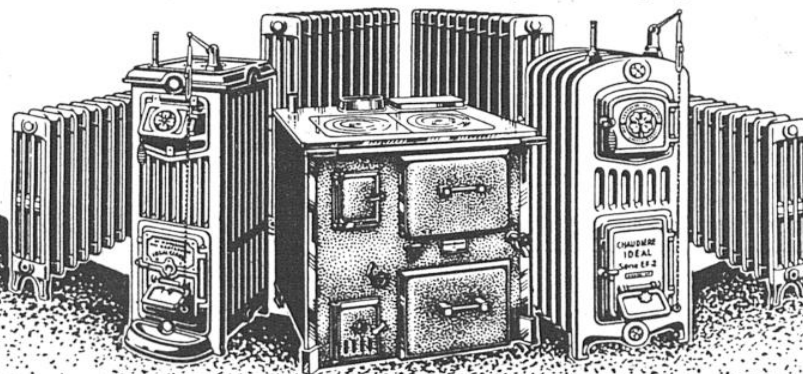
Bon pour
Brochure
Gratuite
N° 68.

NOM
RUE N°
VILLE DÉPAR'

COMPAGNIE NATIONALE DES RADIATEURS

CRÉATRICE DU CHAUFFAGE CENTRAL "IDÉAL CLASSIC"

149, Boulevard Haussmann, PARIS (8^e)

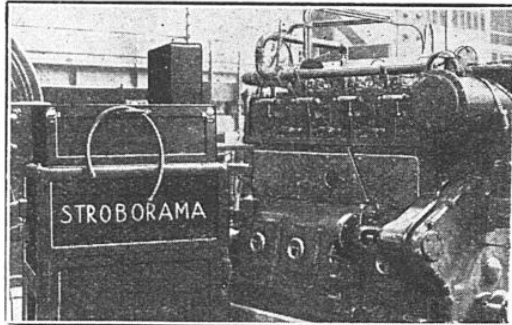


Recherches Mécaniques et Physiques

(BREVETS SEGUIN FRÈRES)

40, Rue de l'Echiquier, PARIS

Appareils stroboscopiques **STROBORAMA** à grande puissance

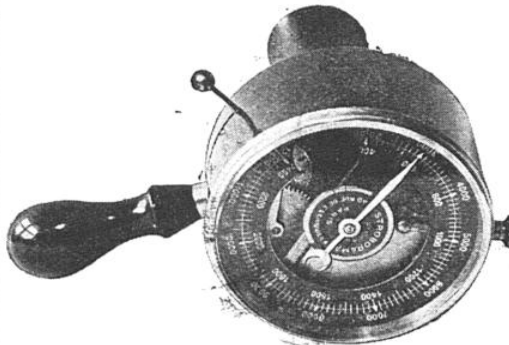


STROBORAMA TYPE A

PHOTOGRAPHIE et CINÉMATOGRAPHIE au millionième de seconde

Téletachymètres Stroborama

POUR MESURE ET CONTRÔLE
des vitesses à distance et sans contact

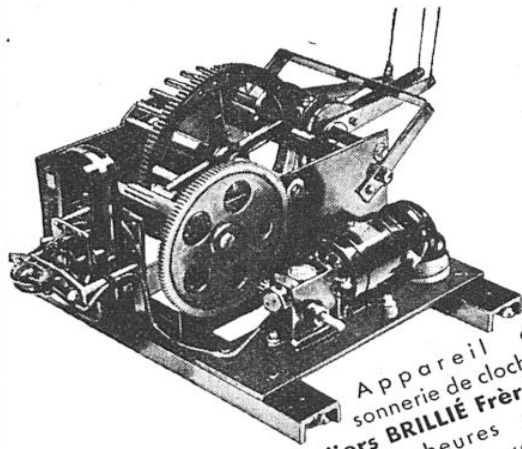


STROBORET A COMMANDE MÉCANIQUE

Etudes stroboscopiques

RÉGULATEURS pour moteurs électriques

RÉGULATEURS SÉPARÉS
et **MOTEURS** à régulateur



Appareil de
sonnerie de cloches
des Ateliers BRILLIÉ FRÈRES
sonnant les heures et
les quarts. Équipé avec
un moteur ERA à
réducteur de vitesse.

ce
petit
moteur,

représente une des 4325 applica-
tions actuellement mises au
point par nous dans les spécia-
lités les plus complexes et les
plus diverses. Quel que soit
votre problème, nous avons
ce qu'il faut pour le résoudre

MOTEURS

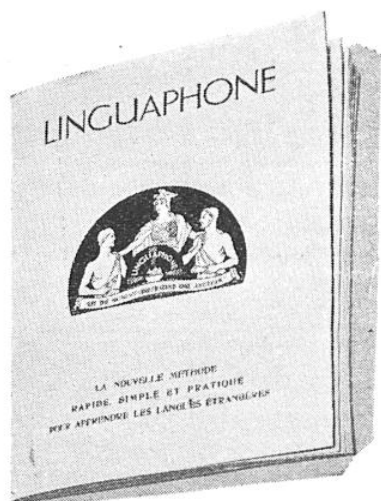
ERA
E^{ts} E. RAGONOT
15, Rue de Milan - PARIS
Tél. Trinité 17-60 et la suite



Pub. R. L. Dupuy



APPRENEZ cet hiver une nouvelle langue par la méthode **LINGUAPHONE** dans un temps *record*



La brochure gratuite reproduite ci-contre vous exposera la méthode moderne, rapide, simple et pratique, pour apprendre les langues étrangères.

ESSAI GRATUIT PENDANT 8 JOURS

Pour bien vous rendre compte, vous pouvez avoir chez vous le cours entier, méthode et disques, dans la langue qui vous intéresse, pendant huit jours, sans aucun engagement. (Voir tous détails dans la brochure ci-dessus mentionnée, élégant volume dans lequel de nombreux écrivains, artistes, hommes d'action, saluent en *Linguaphone* la formule de l'avenir).

SUCCÈS CERTAIN. — Des milliers d'élèves, plus de dix mille professeurs manifestent chaque jour leur enthousiasme pour les progrès rapides, pour le plaisir que leur donne le *Linguaphone*. Vous aussi, vous recommanderez *Linguaphone* à vos amis quand vous connaîtrez cette méthode vraiment moderne.

Pourquoi les sourds-muets sont-ils muets ?
Seulement parce qu'ils sont sourds.

Il faut de l'oreille pour apprendre une langue.

Ecoutez, écoutez, écoutez les leçons composées pour *Linguaphone* par les meilleurs professeurs du monde et dans chaque langue par *plusieurs professeurs du pays même* (voir brochure), et à bref délai vous aurez cette surprise : vous parlez couramment.

« Vous faites, en France, trop de devoirs écrits », disent des Russes cultivés qui parlent plusieurs langues. « Nous, pour apprendre les langues, nous écoutons et parlons beaucoup plus. »

ENEZ NOUS VOIR, SI CELA VOUS EST FACILE, ET SINON, SANS VOUS ATTARDER,
ENVOYEZ CE COUPON AUJOURD'HUI MÊME

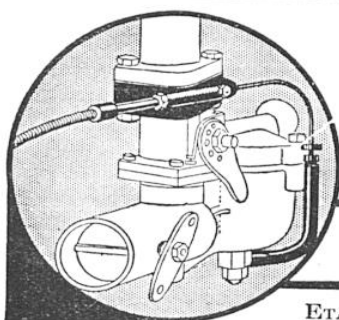
Monsieur le Directeur,

Je vous prie de m'envoyer, gratuitement et sans engagement pour moi, une brochure *Linguaphone* m'apportant des détails complets sur cette méthode, et les indications pour faire chez moi un essai gratuit de huit jours. — Langues désirées

NOM

ADRESSE

INSTITUT LINGUAPHONE, Annexe B 2. — 12, rue Lincoln (Champs-Élysées), PARIS (8^e)



Un carburateur à starter pour 120 frs

La certitude d'un démarrage par tous temps vous est offerte par l'IDEAL-STARTER. Votre garagiste le posera en 15 minutes sur votre carburateur, quel qu'en soit le type. NOUVEAUTÉ SENSATIONNELLE

NOTICE ET TOUS RENSEIGNEMENTS FRANCO SUR DEMANDE

Idéal-Starter •

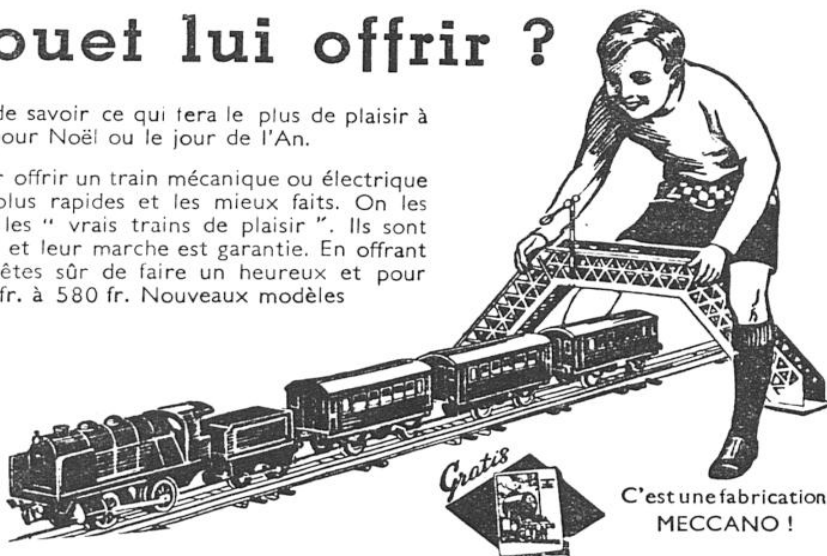
ETAB. CHALUMEAU, 13, rue d'Armenonville, NEUILLY (Seine)

Quel jouet lui offrir ?

● C'est un problème de savoir ce qui fera le plus de plaisir à des enfants modernes pour Noël ou le jour de l'An.

● Pourquoi ne pas leur offrir un train mécanique ou électrique Hornby ? Ce sont les plus rapides et les mieux faits. On les appelle très justement les " vrais trains de plaisir ". Ils sont absolument sans danger et leur marche est garantie. En offrant un train Hornby vous êtes sûr de faire un heureux et pour longtemps ! Prix de 30 fr. à 580 fr. Nouveaux modèles

● Quel train choisir ? Quels accessoires y adjoindre ? La réponse se trouve dans la brochure illustrée que votre fils recevra sur simple demande (service A.24). Qu'il joigne à son adresse celles de 3 camarades.



C'est une fabrication
MECCANO !

TRAINS HORNBY

78-80, RUE REBEVAL — PARIS (XIX^e)

Voilà les trains de plaisir !

GONIOVISEUR BERST

L'oeil du carrefour

GONIOVISEUR BERST

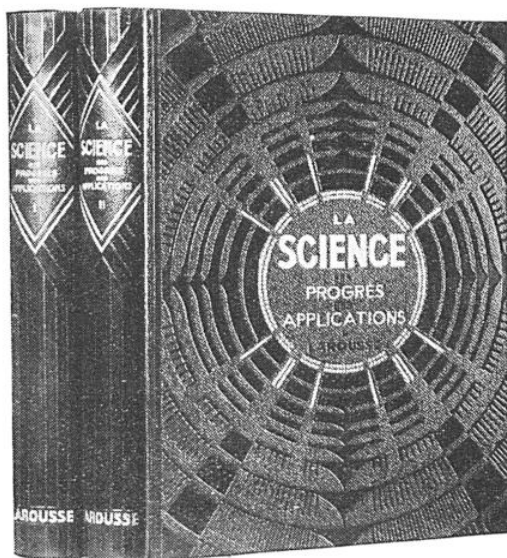
L'oeil du carrefour

Le Goniovisseur Berst ○○○○○
○○○○○ (Breveté S. G. D. G.)
est un appareil de sécurité ○○○
○○○○○○○ pour carrefours
et passages à niveau. ○○○○○
○○○○○○○ Il est fabriqué
et vendu ○○○○○○○○○○
○○○○○ en exclusivité par les
VERRERIES DE GOETZENBRUCK
Walter, Berger et Cie. S. A.
7, Place de Bordeaux ○○○○
○○○○○○○○○ Strasbourg.

Souscrivez avant le 15 novembre

si vous voulez profiter du
PRIX DE FAVEUR

VIENT DE PARAÎTRE
LE PREMIER VOLUME



LA SCIENCE

ses progrès, ses applications

BULLETIN DE COMMANDE valable jusqu'au 15 novembre 1933

À envoyer avant cette date à votre libraire ou à la
Librairie LAROUSSE, 13-21, r. Montparnasse, Paris (6°).
Chèque postal 153-83 Paris; R. C. Seine 84.426.

Veuillez m'inscrire pour un exemplaire de
**LA SCIENCE, ses progrès, ses applica-
tions**, à m'expédier *franco* (1) :

En deux volumes *brochés*, livrables le pre-
mier dans l'ordre d'inscription de ma sous-
cription, le second à l'achèvement, au prix de
faveur de **230 francs**, payables par traites
mensuelles de **20 francs**, la première le 5 du
mois prochain (2); — **205 francs**, payables
au comptant en souscrivant.

En deux volumes *reliés demi-chagrin*, livra-
bles le premier dans l'ordre d'inscription de
ma souscription, le second à l'achèvement,
au prix de faveur de **320 francs**, payables
par traites mensuelles de **20 francs**, la pre-
mière le 5 du mois prochain (2); — **235 francs**,
payables au comptant en souscrivant.

(Biffer les mots dont il ne doit pas être tenu compte.)

Nom, qualité et adresse

L^e 1933.

(Sc. et V.) SIGNATURE :

(1) En France, Algérie, Tunisie, Maroc.
(2) Conditions valables seulement pour la France,
l'Algérie, la Tunisie, la Belgique et le Luxembourg;
pour le Maroc, paiement de 20 p. 100 à la commande.

en DEUX volumes grand in-4° (f^o 32×25), publiés
sous la direction de GEORGES URBAIN, de l'Institut,
et MARCEL BOLL, docteur ès sciences, avec la colla-
boration de 40 savants, professeurs et ingénieurs.

**Mathématiques - Mécanique - Énergétique
Transformations de la matière - Optique et
radiations nouvelles - Électricité - Radio-
électricité - Chimie minérale et organique.**

Ce qui n'avait encore jamais été fait : l'**histoire
de la science** et le **bilan des connaissances
scientifiques à notre époque**, des prodigieuses
découvertes et inventions qui ont transformé la vie.

Une œuvre de **vraie science** écrite dans un lan-
gage accessible, sans formules mathématiques ou
chimiques.

Magnifique illustration en héliogravure, montrant
les appareils, dispositifs d'expériences, etc. (**2.500
gravures, 12 planches en couleurs, nom-
breuses planches en noir**).

Deux splendides volumes, luxueusement édités
dans un grand format (*Collection in-4° Larousse*,
32×25 cm). Le **Tome I^{er} (Histoire de la
Science)** vient de paraître; le **Tome II (Appli-
cations et théories actuelles)** paraîtra en mai.

Envoyez sans tarder le bulletin ci-contre
si vous voulez profiter encore du prix actuel.
On souscrit chez tous les libraires.

**Grandes facilités de paiement
(20 francs par mois)**

PROSPECTUS - SPÉCIMEN SUR DEMANDE

à la Librairie LAROUSSE, 13-21, rue Montparnasse, Paris (6°)

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'École Universelle, méthodes qui sont, depuis 26 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'École Universelle, envoyez-lui aujourd'hui même une carte postale ordinaire portant simplement **votre adresse** et le **numéro des brochures** qui vous intéressent parmi celles qui sont énumérées ci-après. Vous les recevrez par retour du courrier, franco de port, **à titre absolument gracieux et sans engagement** de votre part.

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

BROCHURE N° 62.003, 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° 62.007, 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° 62.017, 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° 62.019, 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° 62.025, 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° 62.033, concernant la préparation à tous les brevets et diplômes de la **Marine marchande** : Officier de pont, Officier mécanicien, Commissaire, T. S. F., etc.
(Enseignement donné par des Officiers de pont, Ingénieurs, Officiers mécaniciens, Commissaires, Professeurs de l'Université, etc.)

BROCHURE N° 62.037, 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° 62.042, 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° 62.049, 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° 62.059, 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, Coupeur-Chemisier, Coupe pour hommes, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputés.)

BROCHURE N° 62.064, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 62.067, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 62.076, 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'Ecriture, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

BROCHURE N° 62.082, concernant l'étude des Langues étrangères : Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Portugais, Arabe, Esperanto. — Tourisme (Interprète).
(Enseignement donné par des Professeurs ayant longtemps séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

BROCHURE N° 62.085, 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 Métiers d'art et aux divers Professorats de Dessin, Composition décorative, Peinture, etc.
(Enseignement donné par des Artistes réputés, Lauréats des Salons officiels, Professeurs diplômés, etc.)

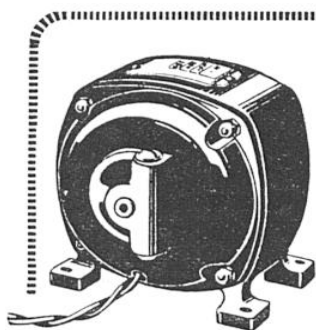
BROCHURE N° 62.091, concernant l'enseignement complet de la musique : Musique théorique (Solfège, Chant, Harmonie, Contrepoint, Fugue, Composition, Instrumentation, Orchestration, Transposition) ; Musique instrumentale (Piano, Accompagnement au piano, Violon, Flûte, Mandoline, Banjo, Clarinette, Saxophone, 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° 62.099, 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)



MOTEURS ÉLECTRIQUES

MONOPHASÉS DE FAIBLE PUISSANCE
TOUTES APPLICATIONS INDUSTRIELLES ET DOMESTIQUES

DÉMARRANT EN CHARGE — SANS ENTRETIEN — SILENCIEUX
— VITESSE FIXE — NE TROUBLENT PAS LA T. S. F. —

R. VASSAL

Ingénieur-Constructeur

13, rue Henri-Regnault - SAINT-CLOUD (S.-et-O.)

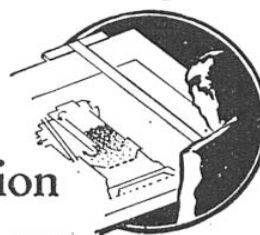
CINEY, le poêle de l'élite, l'élite des poêles

*D'une conception scientifique
totalement nouvelle,*

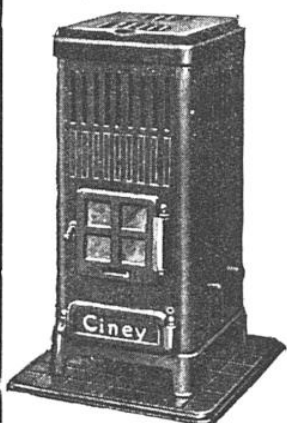
LE CALORIFÈRE "CINEY"

est le seul appareil à feu continu
qui brûle du charbon bon marché
(braisette 10/20) et les gaz qui
s'échappent habituellement dans la

Conception
nouvelle ...



cheminée. -- De ce fait, il vous fera réaliser une économie de 65 0/0 sur votre chauffage. -- Allez le voir dans toutes les bonnes maisons de chauffage ou demandez la brochure explicative gratis aux

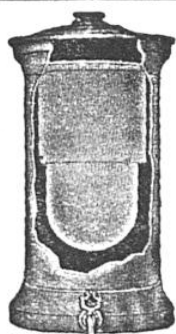


FORGES DE

CINEY

GIVET (Ardennes)

Le calorifère CINEY est en vente dans toutes les bonnes maisons de chauffage.
Dépôt général de vente et d'exposition : 7, boul. du Temple, PARIS-3^e



Protégez-vous des Epidémies

FILTRE PASTEURISATEUR

MALLIÉ

Premier Prix Montyon
Académie des Sciences

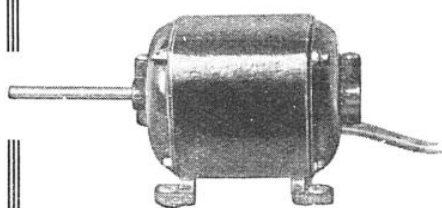
PORCELAINE D'AMIANTE - FILTRES DE MÉNAGE

DANS TOUTES BONNES MAISONS D'ARTICLES DE MÉNAGE
et 155, rue du Faubourg-Poissonnière - PARIS (9^e)

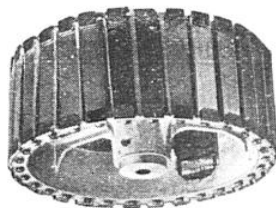
PUBL.-ELGY

La TÉLÉVISION à la portée de TOUS

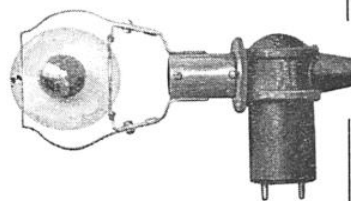
Vous recevrez les émissions de **LONDRES et PARIS** en construisant vous-même votre récepteur à l'aide des pièces détachées vendues par



MOTEUR



TAMBOUR A MIROIR

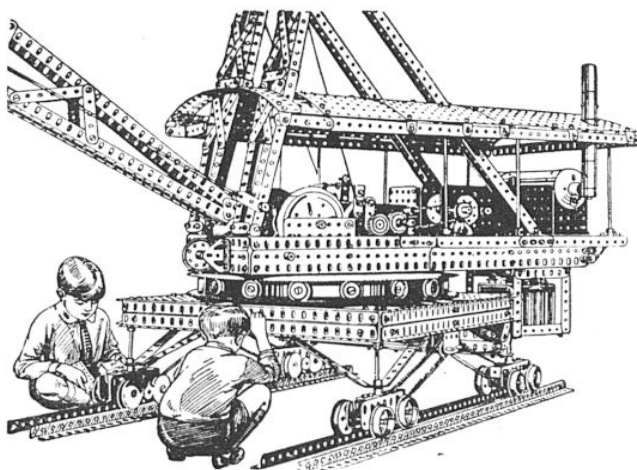


CELLULE BAIRD

la SOCIÉTÉ DE TÉLÉVISION
214, rue du Faub.-Saint-Honoré - Carnot 01-90

BAIRD NATAN

Un tournevis... et te voilà ingénieur !



● Ingénieur Meccano, naturellement ! Mais c'est la même chose. Tu vas pouvoir construire toi-même, avec tes dix doigts et le tournevis inclus dans la boîte, des centaines et des milliers de modèles en miniature. Peux-tu rêver de plus belles étrennes ?

● Songe aux ponts roulants, aux grues, aux excavateurs qui vont sortir de tes mains et que tu seras fier de montrer à Papa et à tes camarades ! Demande donc pour tes étrennes un Meccano — un vrai. Et tâche d'avoir de bonnes notes pour le mériter ! Boîtes depuis 7 fr. 50.

GRATUIT ! Comment ! vous n'avez pas encore votre livre Meccano ! Dépêchez-vous de nous envoyer votre adresse et celles de 3 camarades (service 50) et vous recevrez gratuitement ce superbe album illustré.



MECCANO

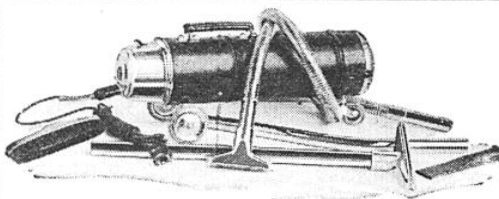
78-80, RUE REBEVAL — PARIS (XIX^e)

Demandez la
Lampe-Réveil
"HELICHRON"

NOMBREUX USAGES
Pendule-réveil allumant, éteignant tout : cafetières, T.S.F., etc. **225 fr.**
automatiquement

BON DE RÉDUCTION
pour
PROFESSIONNELS

AGENTS DEMANDÉS



L'ASPIRATEUR "TRIANON" dépense peu, nettoie bien
Avec accessoires, soit 10 pièces : **675 fr.**
Garantie 12 mois. — Bien préciser le voltage

LA DIFFUSION ÉLECTRIQUE, S.A., 14, r. de l'Atlas, PARIS (19^e)
Métro : Belleville. — Téléphone : Nord 64-71

Demandez les
Cafetières, Théières
"NEOWATT"

De 195 à 380 fr.

Les **SÉCHOIRS** et
VIBRO-MASSEURS D.S.
de fabrication irréprochable

BON DE GRATUITÉ
pour un appareil
A TOUT VENDEUR DE 10

AGENTS DEMANDÉS

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



■ Société des meubles **"le Quick"**
pour bureaux modernes

52, rue Croix-des-Petits-Champs, Paris (1^{er}). - Tél. : Gutenb. 77-16

ENVOI GRATUIT DU CATALOGUE GÉNÉRAL ILLUSTRÉ N° 6

Les **MEUBLES PRATIQUES**
et les **MÉTHODES d'ORGANISATION**

le Quick

faciliteront votre travail.

MEUBLES POUR CONTRÔLES SUR FICHES
CABINETS DE TRAVAIL AVEC BUREAUX
D'ORGANISATION

CLASSEURS VERTICAUX POUR TOUTS DOCUMENTS
FOURNITURES DE CLASSEMENT
FICHES <=> GUIDES <=> DOSSIERS, ETC.

UNE INVITATION

à tous ceux qui s'intéressent au Dessin

20^e ANNIVERSAIRE DE L'ÉCOLE A. B. C.

Vous êtes cordialement invité à visiter

L'EXPOSITION

des œuvres d'élèves et anciens élèves de

L'ÉCOLE A. B. C.

PEINTURE
DESSIN

GRAVURE
DÉCORATION

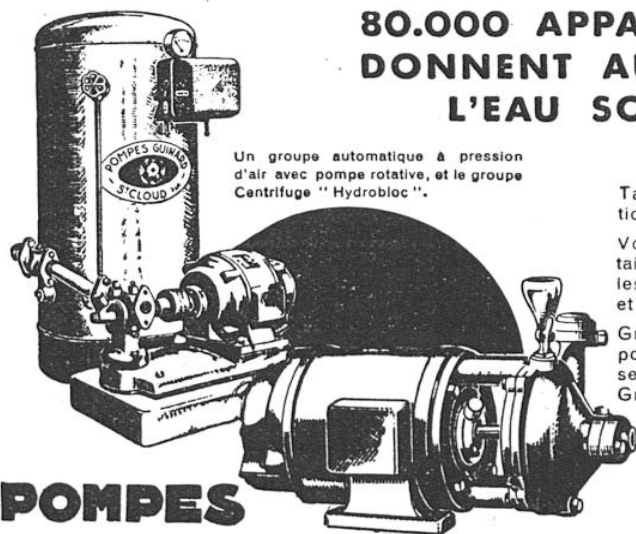
DESSIN PUBLICITAIRE, ETC.
DESSIN D'ILLUSTRATION, ETC.

du 30 Octobre au 14 Novembre 1933

à la GALERIE REITLINGER

12, RUE LA BOËTIE, PARIS (8^e)

Tous les jours de 10 h. à 12 h. et de 14 h. à 18 h. (Dimanches et fêtes exceptés)



Un groupe automatique à pression d'air avec pompe rotative, et le groupe Centrifuge "Hydrobloc".

**80.000 APPAREILS EN SERVICE
DONNENT AUTOMATIQUEMENT
L'EAU SOUS PRESSION**

Tant vaut la pompe, tant vaut l'installation d'eau sous pression.

Vous choisirez la vôtre parmi les centaines de Modèles GUINARD, parce que les Pompes GUINARD ignorent les pannes et comptent 80.000 clients satisfaits.

Groupes électriques ou à essence, avec pompe rotative à pistons s'amorçant seule. Groupes à commande automatique. Groupes centrifuges, etc...

**Demandez les Catalogues
abondamment illustrés**

**POMPES
GUINARD**

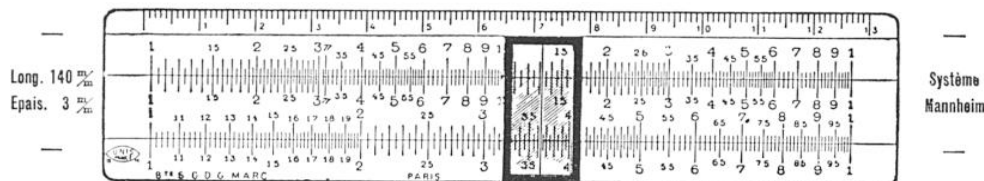


Société Anonyme au Capital de 5.250.000 Francs

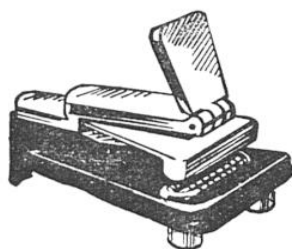
19, Chemin de la Fouilleuse - St-Cloud (S.-&-O.)

Téléph. : Val-d'Or 08-01, 08-02, 01-19

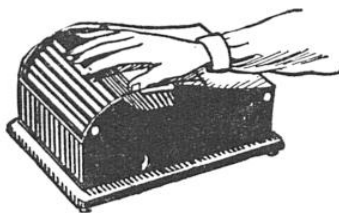
Les Règles à Calcul de Poche "MARC"



SYSTÈME MANNHEIM, SINUS, TANGENTES, ÉLECTRICIEN, depuis 24 fr



LES FIXE-CHÈQUES
Depuis 22 fr.



LA CACHETEUSE
350 fr.



LA DÉCACHETEUSE
120 fr.

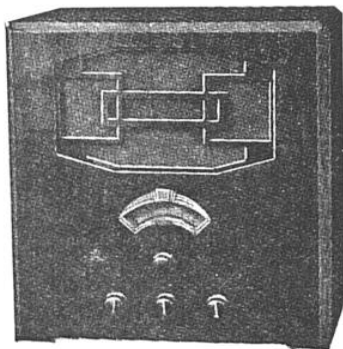
CONSTRUCTEURS-FABRICANTS

CARBONNEL & LEGENDRE

SOCIÉTÉ À RESPONSABILITÉ LIMITÉE AU CAPITAL DE 206.000 FRANCS

12, rue Condorcet, PARIS (9^e) - Tél.: Trudaine 83-13

UNION-RADIO RÉCEPTEUR



TYPE C 4

Prix imposé, prêt à fonctionner : 1.475 fr.

TYPES C 44, avec la nouvelle lampe américaine 58

Présentation de luxe. Prix imposé : 1.680 fr.

TYPE S 7, superhétérodyne 7 lampes
ENSEMBLE RADIO-PHONO

Notices gratuites sur demande à

**UNION-RADIO, 80, boul. Gallieni
ISSY-LES-MOULINEAUX**

Démonstrations : RADION, 61, r. du faub.-Poissonnière, PARIS

Téléphone : TAITBOUT 42-53

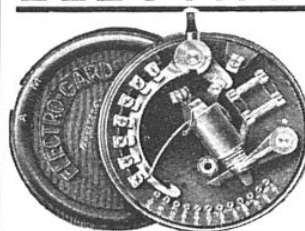
CAMBRIOLAGES INCENDIES

FUITES DE GAZ ET
D'OXYDE DE CARBONE

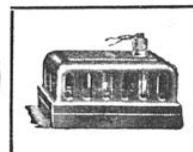
Protégez-vous ! Défendez-vous !

PAR LES APPAREILS DÉTECTEURS

ELECTRO-GARD'



Electro-Gard'-vol ouvert



Electro-Gard'
incendie

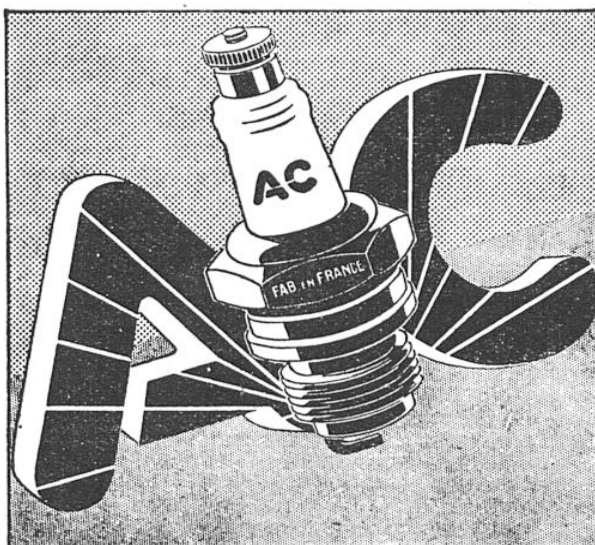
La SÉCURITÉ à la portée de tous

Demandez la notice de renseignements à

ELECTRO-GARD'

Société à responsabilité limitée au capital de 250.000 fr.

46, RUE DE SÈZE, LYON



BOUGIES A.C TITAN

FOURNISSEUR
DES GRANDS CONSTRUCTEURS :

TALBOT	PEUGEOT
LASALLE	CHEVROLET
UNIC	BUGATTI
PACKARD	ARIÈS
ROSENGART	CHRYSLER
ROCHET-SCHNEIDER	CHENARD
MATHIS	LORRAINE
PONTIAC	NASH
DELAHAYE	DE DION
CADILLAC	TRACTA
CITROEN	Etc., etc.

DEMANDEZ A VOTRE GARAGISTE
le Type de Bougies A.C TITAN
QUI CONVIENT A VOTRE MOTEUR

BOUGIES A.C TITAN

ENTIÈREMENT FABRIQUÉES EN FRANCE

88, Boulevard de Lorraine - CLICHY (Seine)

BREVETS
LUMIÈRE & J. HERCK

Chermis

LE
CHAUFFAGE

SANS FEU
SANS FLAMME
SANS FUMÉE
SANS ODEUR
SANS GAZ NOCIFS

SECURITE
ECONOMIE
PROPRETE
HYGIENE
ROBUSTE

PAR CATALYSE
DE L'ESSENCE

CATALOGUES
& NOTICES
FRANCO SUR DEMANDE A
SOCIÉTÉ LYONNAISE
DE
RÉCHAUDS
CATALYTQUES
281 ROUTE DES SOLDATS
LYON-S'CLAIR (Rhône) FRANCE

AGENCE ET DÉPÔT POUR PARIS
L. PELLETER
44, RUE DE LANCY
PARIS X^e

Dans tous les métiers, il faut savoir rédiger.

Sans compter ceux qui deviendront écrivains, tout le monde doit savoir écrire. Ingénieurs, techniciens, chefs de service passent à côté du succès le jour où, devant fournir un rapport, un projet, ils n'en font pas un exposé clair et même attrayant.

Dans toutes les carrières, à tout âge et chez lui, sans troubler ses occupations, l'élève du Cours de Rédaction littéraire et pratique de l'Ecole A.B.C., 12, rue Lincoln (Champs-Élysées), Paris-8^e, se perfectionnera pour son plus grand profit. Il parviendra au talent s'il est doué. Pourquoi pas ?

Demandez l'élégante brochure "Ecrire, pour le plaisir, pour le profit", dans laquelle les éloges des plus grands écrivains, ceux de nos élèves, attestent l'immense utilité de la Méthode A.B.C. de Rédaction littéraire et pratique.

Devenez un rédacteur impeccable !

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

FIRE POINT

mélangé à l'essence

DOUBLE LA VIE DE VOTRE MOTEUR

Le seul superhuilage garanti 100 %
conforme aux communications
de l'Académie des Sciences
(Séance du 23 Janvier 1933)



PROPRIÉTÉ EXCLUSIVE EMPIRE OIL COMPANY

Sté anonyme française au capital de 1.700.000 fr.

6, rue de Lisbonne - PARIS-8^e

*Forites
venir de
Besançon*

la plus belle collection de
montres de précision :

**le nouveau catalogue
"MONTRES" N° 33-65 des
Etablissements SARDA, où
la réputée firme offre à votre
choix 500 modèles pour dames
ou messieurs, que vous pourrez
ainsi acheter **directement**,
30 % moins cher que dans
le commerce.**

SARDA
BESANCON
FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION

Consultez nos catalogues gratuits des rayons annexes "GROSSE HORLOGERIE", "BIJOUTERIE-JOAILLERIE-ORFÈVRE", "ORFÈVRE". Envoi à conditions. Echange de montres anciennes.

SUCCÈS PRODIGIEUX
(5.000 machines vendues en UN AN)

LA POMPE ÉLECTRIQUE RECORD

Monobloc, Blindée, Silencieuse

Fonctionne pour quelques centimes à l'heure, sans bruit, surveillance ou entretien, sur n'importe quel compteur, exactement comme une lampe. Elle aspire à 7 mètres et débite 3.000 litres à l'heure. PRIX IMBATTABLES.

(Catalogue gratuit en nommant ce journal)

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

DESSINEZ!

rapidement et exactement, sans études préalables,
d'après **nature** et d'après **document**, à n'importe
quelle grandeur ! grâce à

La Chambre Claire Universelle 325 Fr. Emb. et port France et Colonies : 8 fr. Etranger : 25 fr.
(l'appareil parfait)

ou au **Dessineur** 120 Fr. Emb. et port France et Colonies : 8 fr. Etranger : 25 fr.
(l'appareil simplifié)

Franco d'emballage et port France et Etranger

Nombreuses références officielles et privées
Envoi gratuit du catalogue n° 12

Agrandissement, copie, réduction de tous sujets
ou documents, portraits, paysages, objets, photos,
etc. — Gain de temps et de possibilités pour les
amateurs et les professionnels. — Permet aux
débutants de dessiner sans délai. — Permet aux
graveurs de dessiner directement à l'envers, tout
en agrandissant ou réduisant le sujet. — Redresse
les photos déformées.

INSTRUMENTS DE PRÉCISION ET FOURNITURES POUR LE DESSIN

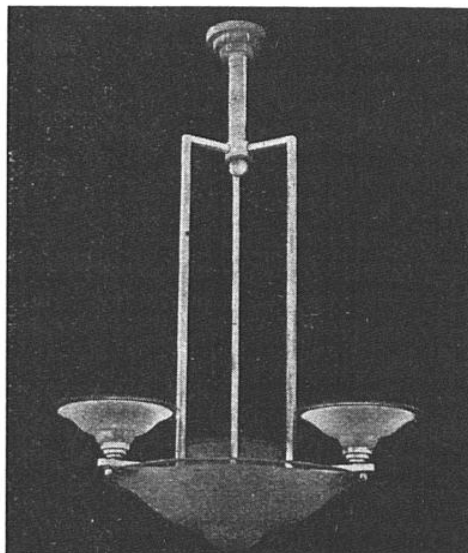
P. BERVILLE

18, rue La Fayette, PARIS (9°)
Métro : Chaussée-d'Antin -- Tél. : Provence 41-74



HUBENS

68, rue des Archives
PARIS (3°)



N° 68.501

crée et lance la mode du luminaire artistique !

L'EXCELLENTE AFFAIRE DU MOIS

N° 68.501. **LUSTRE en bronze** à 4 lu-
mières (3 ext. - 1 int.), 2 allumages. Hauteur
0m80. Diamètre 0m50. Verrerie blanche,
jaune ou rose, au choix.

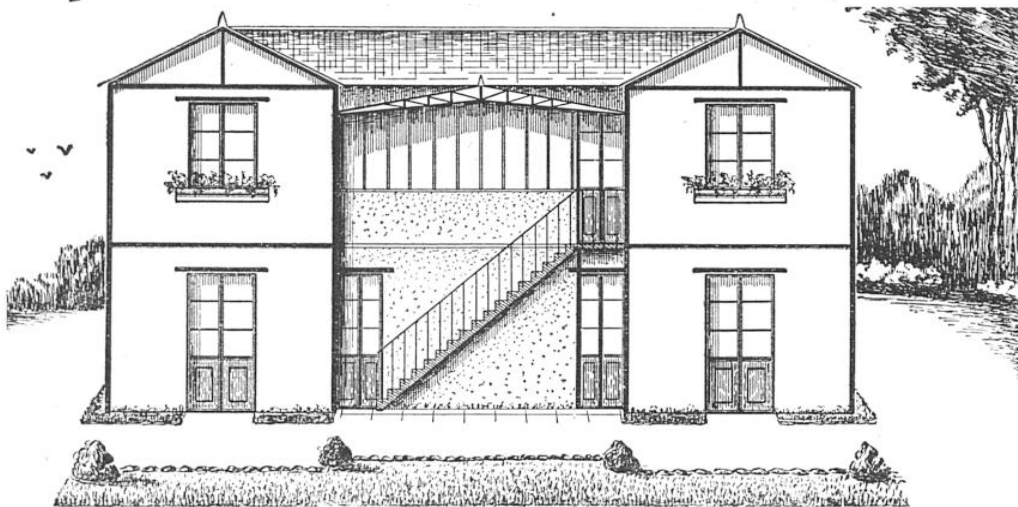
PRIX NET :
Décor or mat ou argent mat
ou **nickel chromé véritable. 235 fr.**

EXPÉDITION franco de port et d'emballage
dans toute la France continentale.

Le prix ci-dessus n'est valable que du
1^{er} au 30 Novembre 1933. Le prix
de l'article-réclame ne compte pas pour
l'application du franco aux autres articles.

BON à découper et à nous adresser pour recevoir
gratuitement et sans engagement, notre
ALBUM "ART ET LUMINAIRE" S. V.

Il y a PAVILLONS et PAVILLONS



Notre fabrication principale de pavillons métalliques est toujours celle de la **Série 46**. Il nous est donné quelquefois, cependant, le plaisir de fabriquer un pavillon métallique d'une conception originale. Tel est le pavillon à étage que nous reproduisons dans notre dessin. C'est le propriétaire lui-même qui a étudié ce qu'il désirait. Pour notre part, nous ne pouvions faire mieux que de reproduire presque textuellement les instructions qu'il nous a données pour l'exécution de son travail.

« Mon pavillon est à édifier sur un terrain ayant **20 mètres** de façade sur **30 mètres** de profondeur. Le pavillon lui-même ne doit avoir que **13 mètres** de façade et **12 mètres** de profondeur. Il sera bâti un peu en retrait de la route. Le rez-de-chaussée comportera, dans l'aile droite, un garage de **6 m. x 4 m.**, avec une buanderie devant. Au fond, il y aura la cuisine et, dans l'aile gauche, la salle à manger et une grande pièce qui sera à moitié bureau et à moitié salon.

« A l'étage, je voudrais six chambres, salle de bain, toilette, etc., disposées pour le mieux ; la cour doit être couverte et vitrée, afin de me donner une entrée assez ombragée et où on peut s'installer agréablement sans toutefois être clos. Tâchez donc réaliser mes idées d'une manière très simple, en évitant toute dépense inutile. »

L'étude de ce pavillon a été des plus intéressantes. Tout en étant un pavillon facile à réaliser, très économique, — puisque l'ossature métallique permet un remplissage de plus faible épaisseur, — il est cependant d'un très bel effet et sera surtout agréable à habiter.

En ce qui concerne le coût, y compris les menuiseries métalliques, il n'était que de

35.022 francs, rendu Fort-de-France (Martinique).

Nous allons détailler le coût des divers éléments entrant dans sa construction :

CHARPENTE EN ACIER :

L'ossature métallique complète comportant les poteaux, les fermes, les sablières de briquetage, toutes les entretoises et le solivage du rez-de-chaussée et de l'étage **15.774. »**

TOITURE :

La toiture en fibro-ciment ondulé posé sur des pannes en acier..... **4.296. »**

MARQUISE :

La marquise complète sans les vitres : 40 mètres carrés..... **1.762. »**

ESCALIER :

Escalier en 17 marches, complet avec paliers, montants et balustrades. **1.620. »**

PORTES ET FENÊTRES :

20 fenêtres métalliques de 1 m. 60 x 1 m. 20 en forme de croisées à deux vantaux (Fr. 3.840. ») ; 12 persiennes métalliques conformes aux fenêtres (Fr. 2.160. ») : 6 portes à deux vantaux (Fr. 1.680. ») . **7.680. »**

TOTAL..... **31.132. »**

Emballage maritime, fret et assurance jusqu'à Fort-de-France **3.890. »**

GRAND TOTAL..... **35.022. »**

Voici, chers lecteurs, le coût du projet complet, sauf pour les parquets, les plafonds, les vitrages et le remplissage des parois et cloisons. Peut-être le « Pavillon de vos rêves » ne sera pas tout à fait pareil à celui de notre honorable client, à la Martinique, mais donnez-nous le plaisir de vous lire : notre bureau d'études est à votre disposition pour vous soumettre des conditions abordables, tandis que nos compagnons d'atelier ont bien l'habitude de sortir du travail soigné et esthétique.

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs

Aux Ateliers de la Couronne, 6 bis, PETIT-QUEVILLY-LÈS-ROUEN (Seine-Inf.)

La SÉRIE 39 en "TOUT PETIT"

Il est réellement, pour nous-mêmes, un plaisir inouï de pouvoir reproduire la lettre suivante, que nous venons de recevoir de la part de M. VICTOR DERLY. Voici son contenu :

Monsieur,

J'ai reçu, samedi dernier, les pièces de mon petit appentis, le tout en parfait état et au complet.

Le travail était parfait et je puis vous certifier que je suis bien content de m'être adressé à votre maison, car j'ai un appentis solide et de bonne fabrication.

Je vous en remercie beaucoup et je suis à peu près certain que ce petit travail pourra vous amener d'autres clients dans la localité.

VICTOR DERLY,
25, rue Dumont,
LES ANDELYS
(Eure).

Il nous est tout particulièrement délicieux de vous soumettre, chers lecteurs, l'opinion de M. DERLY, pour une raison dont nous avons souvent fait mention et que nous tenons encore une fois à répéter :

**NOS PETITS
BATIMENTS SONT
AUSSI SOIGNÉS
QUE LES GRANDS**

Naturellement, il est facile de parler, mais il n'est pas toujours si facile de faire croire ce qu'on dit. Si nous le répétons plus d'une seule fois, cela est parce que les charmants clients qui donnent du travail à nos ouvriers nous le disent eux-mêmes, — et il n'y a rien de plus agréable que de savoir son travail apprécié.

Si nous ajoutons que le coût du bâtiment de M. DERLY n'était que de 1.500 francs, et qu'il représentait, pour nous-mêmes, une semaine et demie de travail pour trois compagnons, ainsi que le revient des aciers et des tôles, on comprendra aisément que notre métier ne nous laisse pas une grande marge pour ces bénéfices illusoires que l'on attribue si souvent à l'industrie, et qui n'existent que dans l'imagination de nos

imitateurs. C'est un bon métier, bien entendu, que celui de constructeur, malgré le fait qu'il est gâté par une quantité de personnes, très estimables en elles-mêmes sans doute, mais qui ne sont pas des mathématiciens professionnels et qui n'ont aucune compétence pour faire correctement les calculs de résistance que nécessite presque chaque nouvelle construction que nous faisons.

Excusez-nous, chers lecteurs, pour ce petit sermon, et revenons à l'étude de votre projet. Qu'il nécessite une dépense de 1.500 francs ou de 50.000 francs, vous recevrez toujours très largement la valeur du capital que vous déplacez.

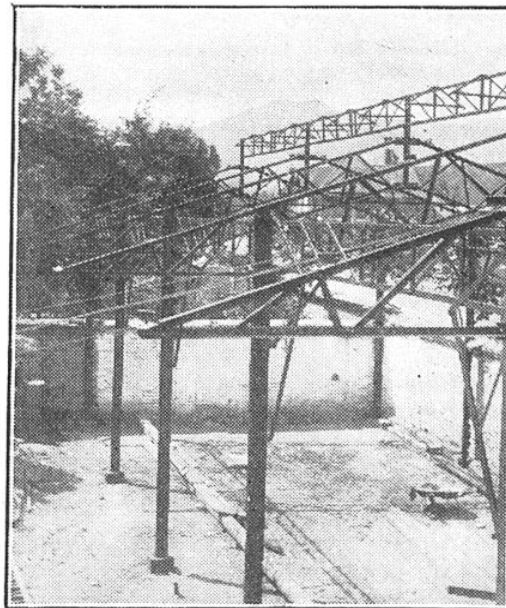
Non seulement cela, mais on peut aussi se permettre l'observation que, dans un atelier assez grand pour que le travail passe rapidement de poste en poste, il se produit moins de perte de temps et de gaspillage que dans un petit atelier régional où tout se fait « à l'heure », sans programme fixe, et où l'acier est acheté en petits paquets de 5.000 kilogrammes à la fois.

Nous vous invitons donc, chers lecteurs, à nous soumettre vos projets de constructions métalliques.

Nous fabriquons :

**Hangars agricoles et appentis ;
Hangars industriels ;
Charpentes de garages, cinémas,
salles de fêtes, chapelles et églises ;
Pavillons, factoreries et entrepôts ;
Balises de lignes aériennes ;
Réservoirs démontables ;
Escaliers métalliques ;
Menuiseries et persiennes ;
Portes et Serrurerie d'art.**

On peut nous consulter sans engagement.



Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs
Aux Ateliers de la Couronne, 6bis, PETIT-QUEVILLY-LÈS-ROUEN (Seine-Inf.)

ÉCOLE SPÉCIALE DES TRAVAUX PUBLICS, DU BATIMENT ET DE L'INDUSTRIE

M. Léon EYKOLLES, C.  I., Ingénieur-Directeur

12, rue Du Sommerard et 3, rue Thénard
PARIS (V^e)

Ecole d'Application et Polygone
CACHAN, près Paris

1° ÉCOLE DE PLEIN EXERCICE

RECONNUE PAR L'ÉTAT, AVEC DIPLOMES OFFICIELS D'INGÉNIEURS

146 professeurs

CINQ SPÉCIALITÉS :

- | | |
|---|---|
| <p>1° Ecole supérieure des Travaux publics : Diplôme d'Ingénieur des Travaux publics ;</p> <p>2° Ecole supérieure du Bâtiment : Diplôme d'Ingénieur-Architecte ;</p> <p>5° Ecole supérieure du Froid industriel : Diplôme d'Ingénieur des industries du Froid.</p> | <p>3° Ecole supérieure de Mécanique et d'Electricité : Diplôme d'Ingénieur Mécanicien-Electricien ;</p> <p>4° Ecole supérieure de Topographie : Diplôme d'Ingénieur-Géomètre.</p> |
|---|---|

Cette Ecole est placée sous un régime spécial

En vertu du décret du 13 février 1931 et de l'arrêté ministériel du 31 mars 1931, les Ingénieurs diplômés de l'Ecole sont admis à s'inscrire dans les Facultés des Sciences, en vue de l'obtention du diplôme d'**INGÉNIEUR DOCTEUR**.
Un service spécial de recherches scientifiques, organisé à l'Ecole des Travaux Publics, les prépare à ce diplôme.

SECTION ADMINISTRATIVE pour la préparation aux grandes administrations techniques.
(Ingénieurs des Travaux publics de l'Etat, du Service vicinal, de la Ville de Paris, etc.)

Les Concours d'admission ont lieu, chaque année, en deux sessions. La première session a eu lieu en juillet ; la seconde, fin septembre.

2° L' "ÉCOLE CHEZ SOI"

(ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE)

25.000 élèves par an - 173 professeurs spécialistes

La première Ecole d'enseignement technique par correspondance fondée en Europe, il y a 42 ans, et la seule qui s'appuie sur une Ecole de plein exercice, aussi indispensable à l'enseignement par correspondance que le Laboratoire l'est à l'Usine.

DIPLOMES ET SITUATIONS AUXQUELS CONDUIT L'ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE
"L'ÉCOLE CHEZ SOI"

- 1° **Situations industrielles** : Travaux publics - Bâtiment - Electricité - Mécanique - Métallurgie - Mines - Topographie - Froid industriel ;
- 2° **Situations administratives** : Ponts et Chaussées et Mines - Postes et Télégraphes - Services vicinaux - Services municipaux - Génie rural - Inspection du Travail - Travaux publics des Colonies - Compagnies de chemins de fer, etc., etc...

Un service de renseignements fournit, sur simple demande, tous documents et conseils au sujet de ces situations.

NOTICES, CATALOGUES ET PROGRAMMES SUR DEMANDE ADRESSÉE A L'

ÉCOLE SPÉCIALE DES TRAVAUX PUBLICS

12 et 12 bis, rue Du Sommerard, PARIS (V^e)

LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

Editions d'ouvrages techniques de premier ordre soigneusement choisis et souvent professés.

Catalogue gratuit sur demande, 3, rue Thénard, Paris (5^e).

La vie et la mort des grands barrages.

La science met aujourd'hui à la disposition de la technique des méthodes, aussi précises qu'originales, pour étudier les déformations — passagères ou permanentes — des barrages, susceptibles de compromettre leur solidité..

Les bienfaits de l'hydrologie fluviale, science nouvelle et encore méconnue.

Du régime d'écoulement des fleuves dépendent à la fois le climat, les possibilités d'inondations, la richesse en houille blanche d'un pays. A ce triple point de vue, son étude scientifique s'impose..

Le moteur Diesel n'a pas encore supplanté la machine à vapeur pour la propulsion des navires de combat.

Seule, l'Allemagne a fait appel au Diesel pour son croiseur cuirassé Deutschland. En effet, malgré les progrès réalisés dans la technique du moteur à combustion, son application à la marine soulève encore de nombreux problèmes et complexes..

Voici un propulseur de navires qui supprime hélice et gouvernail.

Cet ingénieux appareil, qui n'a été mis en action, jusqu'à présent, que sur des remorqueurs ou des navires à passagers de faible tonnage (200 tonnes), a permis de réaliser un gain de 15% environ sur les dispositifs classiques (hélice et gouvernail) ..

Les matières premières sont à la base de l'essor industriel de l'Amérique.

Combustibles solides ou liquides, minerais divers, céréales, coton, etc., abondent en Amérique. Une comparaison entre l'Europe et l'Amérique suffit à montrer le brillant avenir industriel qui semble réservé au Nouveau Monde, malgré sa crise passagère : c'est, en effet, plus une crise de distribution qu'une crise de production ..

Pour s'affranchir de la production étrangère, l'U. R. S. S. cherche des succédanés au caoutchouc.

Les expériences en cours, bien qu'encourageantes, ne sont pas encore entrées dans le domaine de la grande industrie. Végétaux à gomme, synthèse chimique sont à la fois mis à contribution pour réaliser le caoutchouc artificiel, encore pratiquement inemployé. ..

Dans la lampe de T. S. F., l'ampoule de verre a-t-elle vécu ?

Parmi les nouvelles lampes du dernier Salon de T. S. F., les lampes sans ampoules de verre méritent d'être signalées, non seulement pour leur robustesse, mais encore pour leurs qualités de puissance et de rendement ..

Plus de mystères dans le vol des insectes, grâce au nouveau cinématographe ultra-rapide.

A la cadence de 12.000 vues à la minute, les mouvements des ailes des insectes sont absolument décomposés. Le vol « au point fixe » en aviation découlera-t-il de ces expériences ? ..

Qu'a fait la France pour parer à la guerre chimique ?

En Europe comme en Amérique, le matériel chimique de guerre fait l'objet de recherches patientes et minutieuses. Devant les progrès réalisés dans ce domaine, il faut préparer les moyens de protection ..

La manutention des grains entièrement automatique : économie de temps, économie d'argent.

Depuis la production jusqu'à la consommation, les grains sont aujourd'hui mécaniquement manipulés, au moyen d'appareils dont la capacité atteint plusieurs centaines de tonnes à l'heure..

L'Exposition de Chicago, enseignement scientifique vivant.

Les expériences, automatiquement renouvelées au gré des visiteurs, ont permis à ceux-ci de mieux comprendre les grandes lois qui régissent les sciences appliquées ..

Des butoirs pneumatiques géants protègent les grands paquebots ..

Comment on conçoit la voiture automobile légère de grande série..

La fidélité des émissions de T. S. F. à la nouvelle station de « Radio-Toulouse » est merveilleusement réalisée ..

La T. S. F. et les constructeurs ..

La télévision pour tous. ..

Les « A côté » de la science. ..

Jean Labadié .. 357

L. Houllévigüe .. 366

Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

M.-E. Gautier .. 371

Ing. en chef de la Marine.

Jean Bodet .. 381

Ancien élève de l'Ecole polytechnique.

Camille Matignon .. 385

Membre de l'Institut, professeur au Collège de France.

Jules Cotte .. 393

C. Vinogradow .. 398

Ingénieur radio E. S. E.

Charles Brachet .. 401

Lieut.-colonel Reboul .. 409

Y. Leimarch. .. 418

A. C. .. 422

H. Le Masson .. 425

Jean Marton .. 427

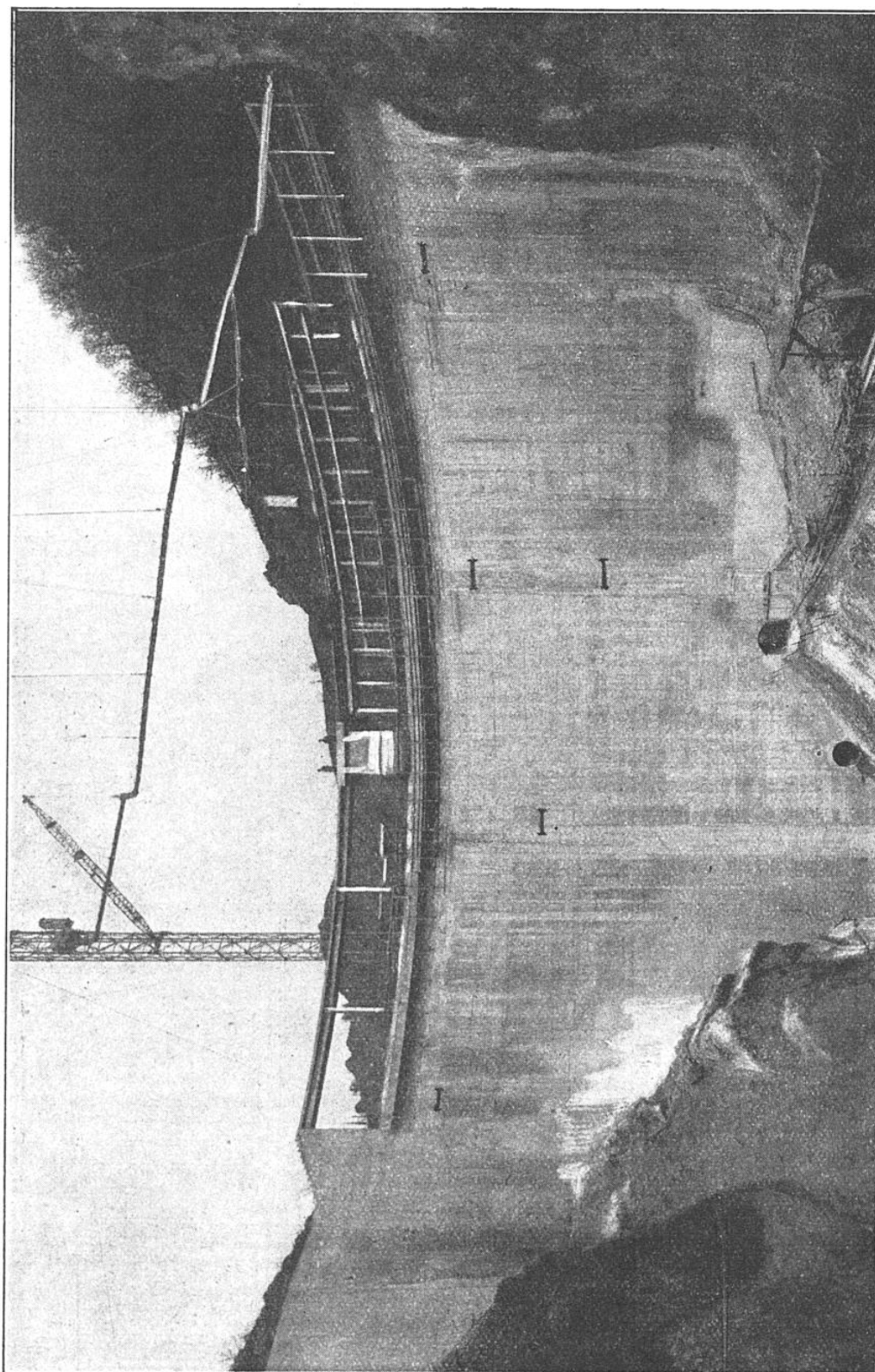
Jean Mariva! .. 430

J. M. .. 433

J. M. .. 435

V. Rubor .. 437

La manutention et le transbordement des céréales sont aujourd'hui non seulement mécaniques, mais automatiques. C'est ainsi que le déchargement des navires s'effectue par « aspiration » des grains, au moyen d'appareils à dépression reliés à des « manches d'aspiration » qui plongent dans les soutes. La couverture de ce numéro représente un groupe d'aspirateurs de ce genre installés sur des bateaux spéciaux. Construits en Allemagne, ils sont notamment utilisés en U. R. S. S. pour transborder le grain des péniches sur des navires de mer et vice versa. Chacun de ces bateaux peut ainsi transborder plusieurs centaines de tonnes de grains à l'heure. (Voir l'article, page 418 de ce numéro.)



LE BARRAGE DE LA BROMME, INAUGURÉ EN 1932, EST « AUSCULTÉ » PAR LA MÉTHODE DE L'EXTENSOMÈTRE ACOUSTIQUE
Les traits noirs horizontaux indiquent (schématiquement) les emplacements des différents témoins d'auscultation (extensomètres) au sein du barrage. Ces témoins sont placés sur les joints (verticaux) qui divisent la masse de la digue en sections indépendantes.

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

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

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

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

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

Copyright by La Science et la Vie, Novembre 1933 - R. C. Seine 116.544

Tome XLIV

Novembre 1933

Numéro 197

LES GRANDS TRAVAUX PUBLICS MODERNES

LA VIE ET LA MORT DES BARRAGES

**Voici les nouvelles méthodes scientifiques
permettant de diagnostiquer les déformations susceptibles
de compromettre leur solidité**

Par Jean LABADIÉ

Les modifications et les déformations que subissent — avec le temps — les barrages modernes, générateurs de l'énergie hydroélectrique sont soit passagères, soit permanentes. Elles mettent en évidence la façon dont « travaillent » ces immenses constructions en maçonnerie sous l'action des eaux, et par poussées, et par infiltrations. Les méthodes les plus récentes mises en œuvre pour déceler ces déformations reposent, les unes sur des procédés topographiques mesurant directement les déplacements subis, les autres sur des procédés acoustiques et optiques des plus ingénieux, pour contrôler à tout moment l'état de santé — c'est-à-dire de solidité — de ces puissants travaux d'art qui ont permis de capter la « houille blanche », l'une des sources les plus fécondes d'énergie mise au service de l'industrie moderne.

L n'est pas de monument impérissable. Le grand Sphinx et les Pyramides d'Egypte, malgré leur masse imposante, s'effritent avec une régularité qui permet aux archéologues de rétablir par le calcul leurs contours primitifs. Qu'advient-il des grands barrages ?

Si l'usure et l'écroulement final sont la règle pour les constructions d'ordre purement statique, comment vont se comporter, avec le temps, ces maçonneries qui doivent supporter, en sus de leur propre poids, une pression transversale se mesurant quelquefois à leur base par une colonne d'eau de 100 mètres et plus ? La rupture brusque d'un barrage de grande capacité est l'une des catastrophes les plus redoutables qui se puissent imaginer : elle s'est produite à

plusieurs reprises (1) ; mais quel sera le sort des barrages qui, dans l'avenir, devront répondre de la stabilité d'immenses lacs artificiels ou de retenues d'eaux fluviales accumulant les mètres cubes par milliards, comme la digue actuellement en construction dans le Colorado ou celle qui, au dessus de Génissiat, relèvera le plan d'eau du Rhône sur 50 kilomètres de parcours. Non seulement la solidité de ces ouvrages doit être portée au maximum, mais encore leurs déformations éventuelles doivent être surveil-

(1) Signalons, notamment, les ruptures du barrage de Bouzey en 1895, et, plus récemment, celle du barrage de Gleno (Italie) situé à 2.000 mètres d'altitude, ce qui accentua le désastre ; celle de San Francis (Californie), qui fit 600 morts, et celle de Perregaux (Algérie, 1927), qui ne causa pas de victimes à cause des dispositifs d'avertissement.

lées avec une continuité qui ne laisse place à aucune surprise.

Ce problème important vient de faire l'objet d'une étude extrêmement intéressante que M. Coyne, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, a présentée au Congrès des Grands Barrages, récemment tenu à Stockholm. Nous allons en donner les lignes essentielles en exposant les curieuses méthodes empruntées par les ingénieurs aux chapitres les plus subtils de la physique.

Le travail, les déformations, la vie des grands barrages

« La vie normale d'un barrage, écrit M. Coyne, se chiffre par plusieurs siècles, et l'on en connaît qui datent de plusieurs milliers d'années. » La digue de Saint-Ferréol, qui, en dessus du col de Naurouse, forme le bassin d'alimentation du canal du

Une seconde cause de déformation non moins inévitable est le *retrait* du béton accompagnant son durcissement. A cette cause physique, il faut ajouter la *température* interne de la masse du barrage. La « prise » du ciment s'accompagne d'une élévation de température qui persiste plusieurs années, en raison de la conductibilité extrêmement faible du béton, mais qui reprend ensuite l'équilibre thermique avec l'extérieur.

La *pression hydraulique interne* que subit le béton, qui s'imbibe d'eau, constitue une autre cause de déformation. Enfin, les altérations diverses, telles que la dissolution lente du mortier par les eaux, ou encore l'effritement de celui-ci par le *gel*, et, pour tout dire d'un mot, le vieillissement, apportent également leur action déformante.

Et puis, il y a le sol de fondation qui, lui aussi, se déforme en raison des pressions exer-

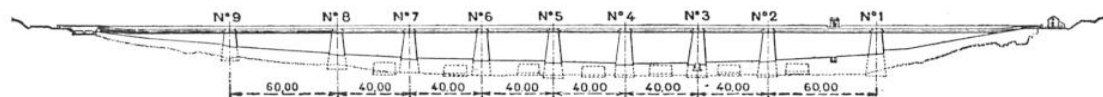


FIG. 1. — LE BARRAGE DE GROS-BOIS, SUR LA BRENNÉ (COTE-D'OR), A PLUS DE CENT ANS. On aperçoit le rôle des contreforts échelonnés (à des distances écrites en mètres). Les n°s 2 à 8 furent établis après la construction de la digue, entre 1840 et 1842 ; les n°s 1 et 9, en 1852. C'est depuis cette date que le barrage est étroitement surveillé. Une « contre-digue » en terre a été élevée en avant des piliers.

Midi, est en service depuis que Paul Riquet la construisit sous Louis XIV. Aux Indes et à Ceylan, certains barrages en terre datent d'avant le Christ.

Il existe donc des barrages qui ont la vie dure et semblent avoir été incorporés par leurs architectes au relief naturel. Mais, à mesure qu'ils se multiplient à l'appel de la technique hydroélectrique, tous les barrages ne sont pas assurés de profiter de conditions aussi exceptionnelles. On n'a pas toujours le choix des fondations. D'autre part, la technique de leur établissement par le matériau moderne du béton comporte des risques propres, inconnus des architectes de la pierre taillée.

Faisons une revue très rapide des actions sous lesquelles les barrages « se meuvent », en entendant par « mouvement » d'un barrage ses déformations propres aussi bien que ses glissements d'ensemble.

La première et la plus évidente des causes de déformation est « la poussée de l'eau », ou *pression hydraulique externe* provenant de la masse liquide retenue. C'est là une poussée normale dont l'effet est attendu, prévu et calculé par les constructeurs. A la « mise en eau », les mesures consisteront à vérifier si ces effets concordent avec leur prévision.

cées sur lui par l'ouvrage ou par les eaux de retenue, ou à la suite des altérations de toute nature qu'il peut subir au cours des temps. Remarque importante : les « fondations » d'un barrage ne doivent pas seulement être envisagées en profondeur, mais encore dans le sens latéral, car l'ouvrage s'appuie sur des contreforts naturels.

En résumé, un barrage semble pourvu d'une vie liée à sa constitution propre, et cette vie se déroule suivant une « histoire » dont il convient de ne négliger aucun incident. Cette histoire s'écrit par des mesures physiques dont il s'agit de tenir à jour les éphémérides.

L'« histoire » du barrage de Gros-Bois

Cette notation continue et suivie des déformations d'un barrage n'existe pas encore, et pour cause, à de nombreux exemplaires. En France, il n'y a guère, parmi les barrages d'un certain âge, que celui de Gros-Bois qui, datant de plus de cent ans, soit pourvu d'un tel agenda de mesures précises, depuis 1840 jusqu'à nos jours.

Élevé pour des fins d'irrigation, alors que nul ne prévoyait, à cette époque, les centrales hydroélectriques, il barre, sur 500 mètres, la

vallée de la Brenne, aux environs de Dijon. Son mur ne dépasse pas 30 mètres de hauteur, fondations comprises, et la colonne d'eau soutenue 20 mètres au-dessus du fond. Conçu suivant un type à parement amont incliné et parement aval quasi vertical, il charge fortement le sol en aval, alors que les barrages modernes sont construits sur un schéma inverse qui reporte vers l'amont la charge imposée aux fondations.

Dès sa mise en service, les déformations de cette longue muraille apparurent aux ingénieurs des Ponts et Chaussées avec une telle évidence qu'il fut décidé de la renforcer par des contreforts. Les sept premiers (au centre) furent établis de 1840 à 1842 ; les

propos du barrage moderne de Vézins.

Quant aux résultats d'observation, Bazin les résumait ainsi, en 1862 : « Trois causes principales influent sur le mouvement du barrage du Gros-Bois : la charge d'eau dans le réservoir, la température, l'état du sol argileux sur lequel il est fondé. »

Il sut constater que la digue fléchissait plus ou moins avec la hauteur de l'eau dans le réservoir. En 1853 et au début de 1854, l'écart a oscillé de 0 m 016 à 0 m 015. L'écart maximum de 0 m 071 a été observé le 6 juin 1855 et s'est reproduit plus tard, en mai 1857 et novembre 1880, car ce fléchissement est *oscillant*.

Pendant le second semestre de 1857 et les

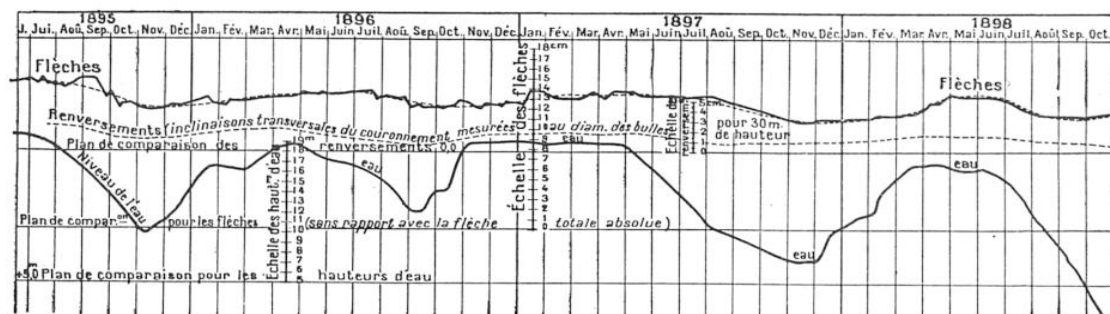


FIG. 2. — GRAPHIQUE MONTRANT LES MOUVEMENTS OSCILLANTS DU BARRAGE DE GROS-BOIS OBSERVÉS ET MESURÉS AU COURS DES ANNÉES 1895, 1896, 1897, 1898

La courbe supérieure indique les variations de la flèche de la déformation. On remarquera le « retard » des flèches sur les variations de l'eau (voir les explications dans le texte de l'article).

deux derniers (aux ailes) en 1852. C'est à partir de cette date que le Service des Ponts décida d'établir une surveillance continue. Celle-ci a mis en évidence, au bout de dix ans d'observation, une déformation *périodique* dont la flèche maximum atteint (au centre et au couronnement de l'ouvrage) une amplitude de 8 centimètres.

Rien n'est instructif comme cette « pulsation » d'une digue, interprétée, comme nous allons voir, par un grand ingénieur, Bazin, que M. Coyne n'hésite pas à appeler « un observateur de génie ».

Et, d'abord, comment était effectuée l'observation ? Par des visées trigonométriques reliant le point examiné de la digue et deux repères établis sur les flancs de la vallée, de part et d'autre du barrage. Inutile d'insister sur cette technique. C'est la première qui se présente à l'esprit : on sait la précision que peut atteindre le calcul de triangles dont les sommets sont établis d'avance par repères et les angles mesurés par des théodolites de précision. Nous retrouverons, d'ailleurs, cette technique des mesures des déformations à

années très sèches 1858 et 1859, le réservoir n'ayant jamais pu être complètement rempli, le retour du barrage vers l'amont s'est produit d'une manière très sensible. « En mai 1859, le centre de la lunette-repère était revenu à la position du 27 décembre 1852 ». Ainsi un barrage semble réagir à la pression hydraulique du réservoir à la manière d'une membrane élastique. Tant que cette réaction se produit, la déformation n'offre aucun danger. Le danger ne commencerait à apparaître que si la déformation devenait « permanente ».

Mais voici l'observation la plus curieuse dans le rapport de Bazin : « L'effet d'une variation dans la hauteur de l'eau du réservoir ne paraît s'opérer que plusieurs mois après la cause qui le produit, souvent même lorsque cette cause n'existe plus. » C'est ainsi que le réservoir a été vidé en octobre 1858, et, néanmoins, le retour vers l'amont n'a eu lieu qu'en mai 1859, lorsque la hauteur de l'eau était déjà de 18 mètres.

Où situer la clé d'un tel mystère ? Le subtil ingénieur n'a pas hésité : « De semblables

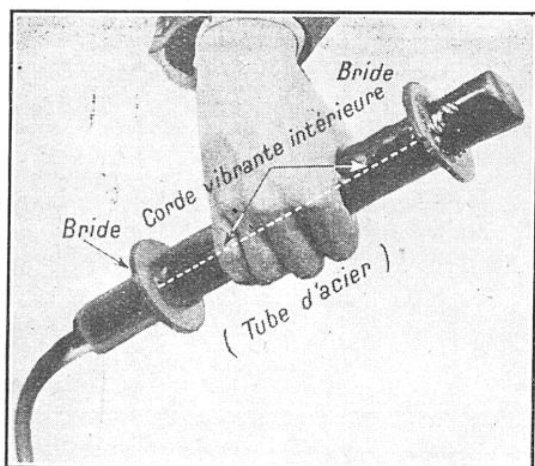


FIG. 3. — L'EXTENSOMÈTRE INVENTÉ PAR M. COYNE (RÉALISÉ PAR LA MAISON LEPAUTE)
Une corde d'acier, tendue à l'intérieur d'un tube de même matière, subit les tensions et les contractions de ce tube une fois qu'il est emprisonné dans le béton. Un électroaimant excité de l'extérieur fait vibrer la corde : le son musical ainsi obtenu est écouté par induction sur l'électro, au moyen du même conducteur électrique qui sert à l'excitation.

faits, écrit-il, ne peuvent s'expliquer que par des *variations lentes* dans l'élasticité et la compressibilité du sol des fondations. »

Nous savons aujourd'hui pourquoi. Les fondations de Gros-Bois reposent sur des argiles. L'argile contient de l'eau, répandue dans des canalicules extrêmement étroits et dont l'état d'équilibre dépend de la température, de l'humidité extérieure et de l'état de compression des « contraintes » exercées sur la matière. Sous l'effet d'une compression, l'eau est expulsée, mais avec une extrême lenteur, à cause de la finesse des canaux où elle est contenue. En vertu de ce que nous venons d'expliquer, les variations de la hauteur d'eau dans le réservoir, donc de la poussée sur les argiles, se traduiront par une réaction lente du sous sol, toujours en retard, par conséquent, sur l'action de la colonne d'eau.

Comme le phénomène est commun à toutes les « roches » (comme disent les géologues, pour lesquels une « roche » n'est pas toujours un rocher), il s'ensuit que l'histoire d'un barrage prend ses éléments jusqu'à l'extérieur de sa propre masse, dans le sol où il est incorporé.

En résumé, la déformation du barrage (mesurée par une flèche horizontale variable observée au théodolite) revient à une oscillation périodique, ou balancement, dans le

sens vertical, tout comme si la digue reposait sur un matelas élastique, mais d'élasticité variable et différente, en amont et en aval.

Les graphiques ci-joints établis à propos du barrage de Gros-Bois matérialisent son histoire.

Pratiquement, cette étude particulière a conduit une première fois à le renforcer par des piliers-contreforts, puis à le soulager en abaissant de 3 mètres le niveau de sa retenue d'eau, et, finalement, à le renforcer par une contre-digue en terre élevant le niveau aval de 8 mètres et soulageant d'autant la digue principale.

Mais cette étude laisse en suspens une inconnue : celle de la *déformation totale* subie par la digue depuis sa mise en service. Les mesures très précises du Service des Ponts et Chaussées montrent que cette déformation est aujourd'hui parfaitement stabilisée depuis trente ans, sans qu'on en puisse connaître la valeur exacte, faute de retrouver la première ligne de référence.

Naturellement, les barrages modernes ne présenteront pas cette lacune.

La déformation des « barrages-poids » modernes : Eguzon et Crescent

Les barrages modernes se divisent en plusieurs catégories parmi lesquelles : les « bar-

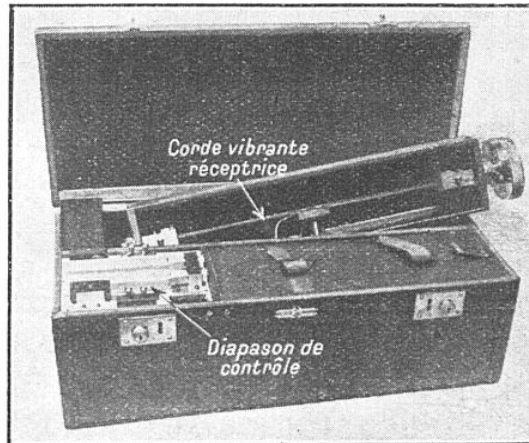


FIG. 4. — LE FRÉQUENCIEMÈTRE UTILISÉ AU POSTE D'ÉCOUTE DE L'EXTENSOMÈTRE

La vibration de la corde emprisonnée dans l'extensomètre fournit, par sa « fréquence » musicale, les renseignements qui permettent de calculer sa tension, donc celle qu'éprouve le béton lui-même. Ces mesures s'effectuent par une simple observation stroboscopique des vibrations d'une corde auxiliaire réceptrice et comparées à celles d'un diapason de contrôle.

rages-poids », qui, à l'instar des anciens, travaillent par la seule inertie de leur masse, et les « barrages-voûtes », qui résistent dans le sens horizontal de la même façon que les « voûtes » d'un édifice dans le sens vertical.

Les barrages d'Eguzon et du Crescent, par exemple, sont du premier type. Le barrage de la Bromme et celui de Vézins sont du second.

La prise correcte du premier alignement de base, avant la mise en eau, est souvent rendue difficile par suite des obstacles opposés par le chantier non encore dégagé (bois, voies de service, etc...).

Toutefois, dès maintenant, on signale sur un barrage de 45 mètres de hauteur une déformation de 4 centimètres.

Et cet ordre de grandeur apparaît supérieur à ce qu'indique le calcul, même si l'on fait usage des formules qui prétendent tenir compte de la déformation du sol. On peut se demander si la discordance entre le calcul et l'observation ne résulte pas du phénomène, jusqu'ici négligé, de gonflement des maçonneries imbibées par les eaux de retenue. « Le parement amont, écrit M. Coyne, qui est exposé au contact direct de l'eau, s'allongeant sous l'effet de l'imbibition plus que le parement aval, l'ouvrage se voilerait comme une planche dont on mouille

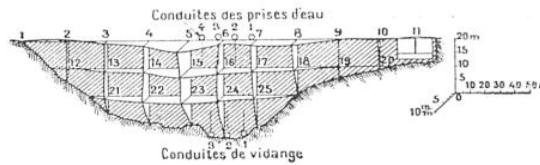


FIG. 5. — DÉFORMATIONS HORIZONTALES (A ÉCHELLE AMPLIFIÉE) DU BARRAGE DE LA BROMME, TELLES QUE LES A RÉVÉLÉES L'AUSCULTATION A L'EXTENSOMÈTRE

une seule face. »

Les observations faites au barrage du Crescent ont révélé que la déformation n'avait atteint son plein qu'une huitaine de jours après la mise en eau; le temps que prend la maçonnerie pour s'imbiber.

D'autre part, la déformation lente de l'ouvrage, sous une charge analogue à celle observée à Gros-Bois, semble intervenir pour les ouvrages en béton. Ainsi, il faut s'attendre à ce que les barrages-poids accusent une déformation croissante, au moins dans les premières années, jusqu'à stabilisation complète.

Les effets du retrait par dessiccation de ces grands massifs de béton sont encore peu connus. M. Renaud, ingénieur des Ponts et Chaussées, a récemment constaté, sur un barrage neuf, la présence de fissurations dans les « tenons » par lesquels se relient les blocs séparés dont est constituée la digue d'un barrage-poids. Celle-ci est, en effet, composée de tranches d'environ 15 mètres chacune, juxtaposées et séparées par des « joints » destinés à absorber les contractions de dessiccation due au retrait du béton aussi bien que la contraction thermique due au refroidissement par dissipation de la chaleur interne de prise. Des « tenons » sont ménagés entre ces joints. Ce sont ces organes qui ont paru céder dans le cas envisagé. Et, pourtant, le retrait par dessiccation est loin d'atteindre les 3 ou 4 dix-millièmes que les ingénieurs attribuent d'ordinaire aux ouvrages en béton armé : ce fait est dû à ce que les grands massifs des barrages sont,

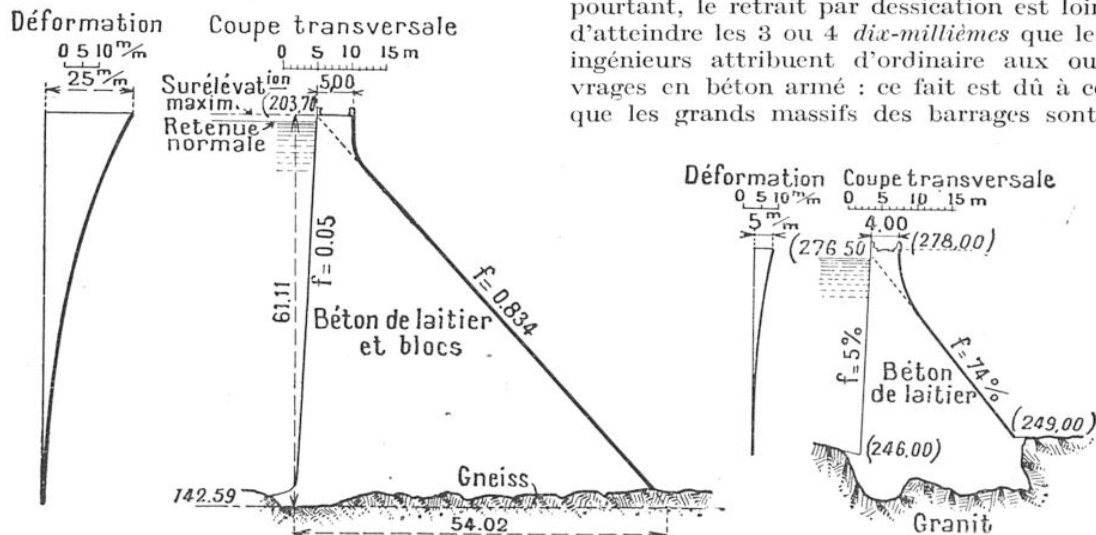


FIG. 6. — COUPES DES BARRAGES D'ÉGUZON (A GAUCHE) ET DU CRESCENT (A DROITE) On y voit l'indication amplifiée des déformations respectives de ces digues, mesurées par la méthode Coyne.

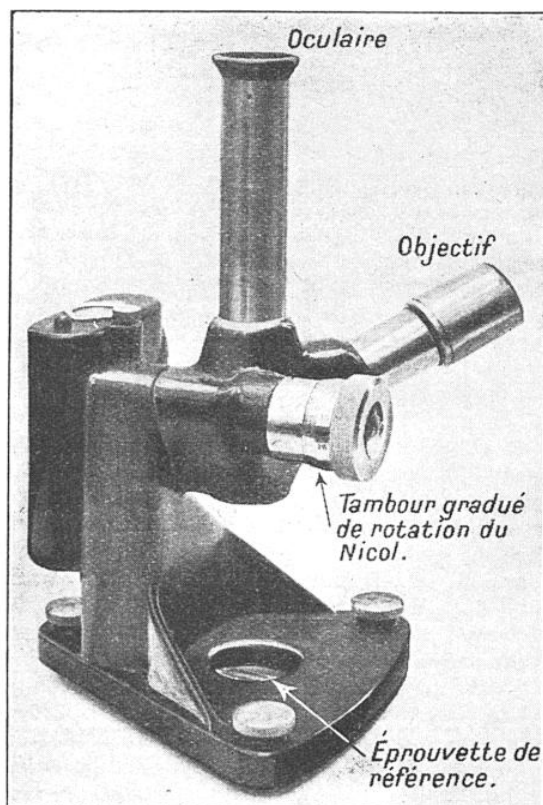


FIG. 7. — LE POLARISCOPE MABBOUX-ALKAN

Cet appareil, avec lequel on examine les miroirs (fig. 8) encastrés dans le béton, permet de comparer les tensions que subissent ces miroirs et celles d'une éprouvette de référence soumise à l'action d'un dynamomètre.

en général, pleins d'eau, jusqu'à un état voisin de la saturation.

L'acoustique et l'optique mises en œuvre pour la mesure des tensions internes du béton

Voici maintenant deux progrès sensationnels qui viennent d'être mis au point pour la mesure des déformations des barrages. Les visées trigonométriques ne peuvent donner que des déplacements ponctuels de la surface de l'ouvrage : elles n'informent pas le constructeur sur la direction des « tensions » internes de la masse en vertu desquelles ces déformations se produisent.

Deux méthodes extrêmement ingénieuses, l'une acoustique, l'autre optique, comblent aujourd'hui cette lacune.

La première est due à M. André Coyne. Reprenant, sans le savoir, une suggestion faite, il y a près de quarante ans, à propos

de la mesure des fatigues des ponts métalliques, « j'ai songé, écrit M. Coyne, à mesurer les déformations des ouvrages en béton ou béton armé en utilisant les propriétés acoustiques des cordes vibrantes. » Les précurseurs de M. Coyne mesuraient au son les tensions des suspentes des ponts suspendus : étant donné la longueur, le diamètre, le poids et la nature du câble d'un pont suspendu, la fréquence vibratoire de cette « corde » (ou ses harmoniques) indique la force à laquelle elle réagit. Cela résulte d'une formule élémentaire. Dans ces conditions, si une corde vibrante se trouve tendue entre les parois d'une chambre ménagée à l'intérieur de la masse de béton et si l'on note soigneusement sa vibration fondamentale, toute variation de cette vibration sonore accusera une tension, ou une détente, survenue entre les parois par suite d'un travail interne.

Si l'on tend à l'avance la corde témoin dans un tube, et si l'on noie le tout dans le massif d'un barrage au moment de sa construction, il est évident que les tensions internes subies par la masse dans le sens axial du tube se traduiront par un changement de sonorité de la corde.

Le problème pratique revient : 1° à exciter à distance la corde ainsi emprisonnée sous plusieurs mètres de béton ; 2° à mesurer la hauteur du son qu'elle donne. M. Coyne a eu l'idée ingénieuse de se servir d'un seul et même électroaimant, placé à l'intérieur du tube, pour déclencher la vibration par induction de l'électro sur la corde et, sitôt après, de renverser les rôles, en mesurant le nombre des vibrations à la seconde par le courant électrique alternatif que la corde vibrante induit forcément dans l'électro. Une liaison électrique ménagée d'avance à travers le

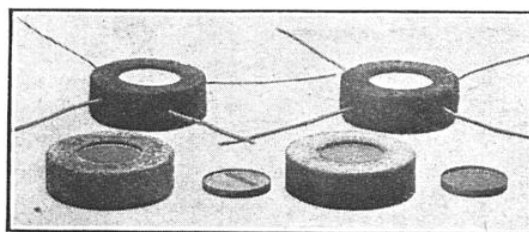
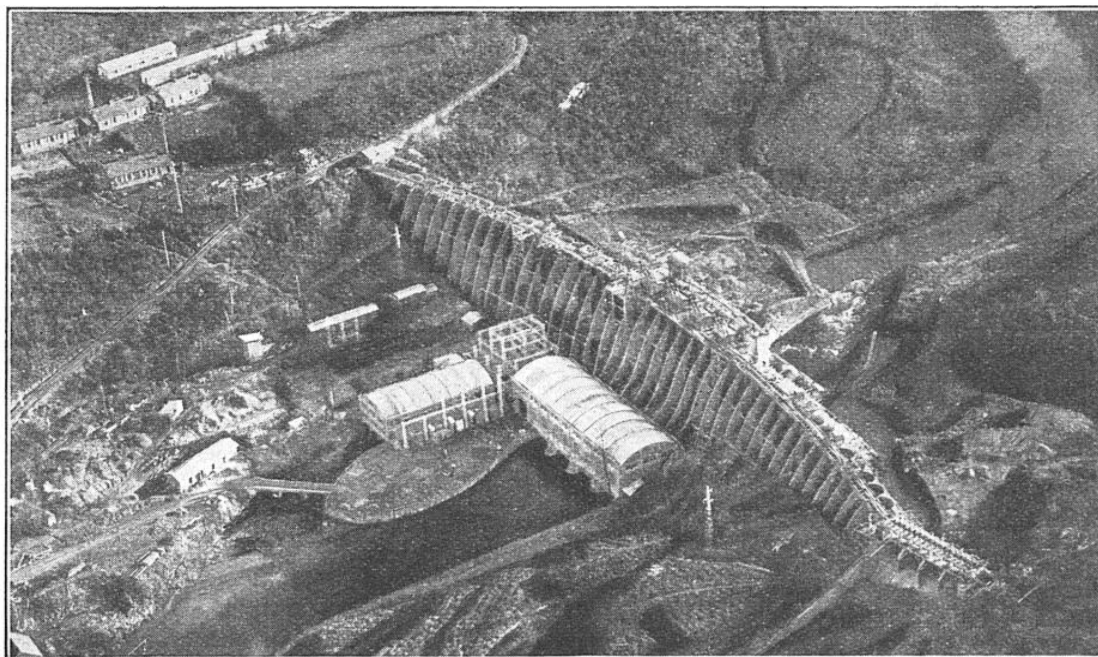


FIG. 8. — TÉMOINS UTILISÉS DANS LA MÉTHODE « PHOTOÉLASTIQUE »

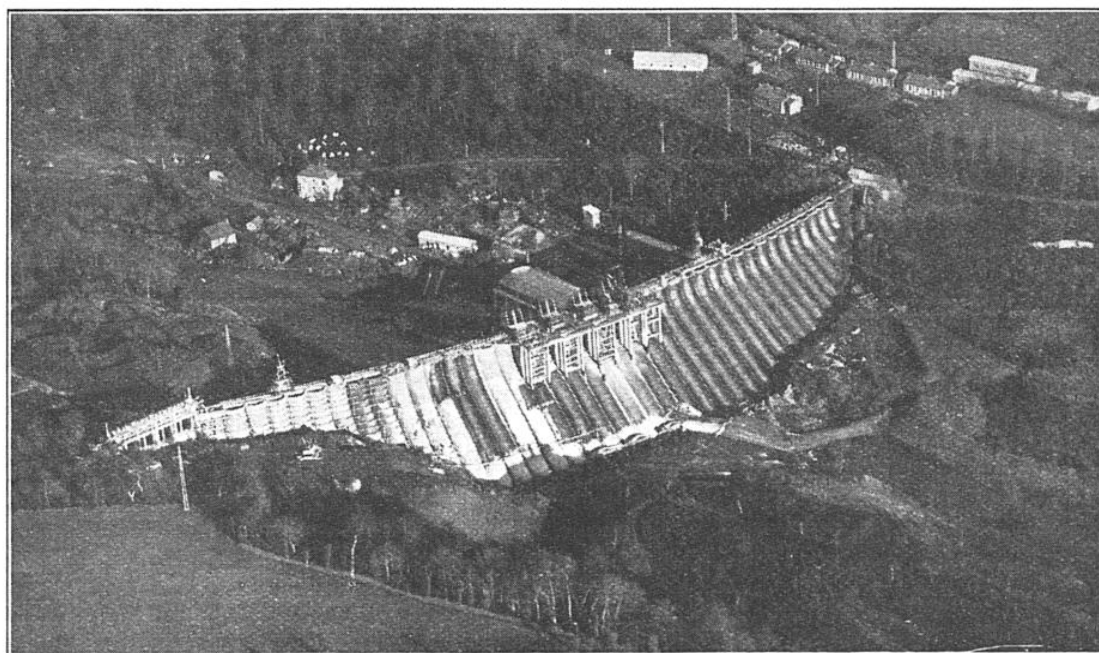
Ce sont des cylindres de verre poli encastrés dans le béton dont ils subissent les tensions. Par une méthode optique, déjà décrite dans La Science et la Vie, n° 132, les déformations de la surface réfléchissante sont mesurées avec une exactitude extrême. On en déduit les tensions éprouvées par le béton.



(Clicné Compagnie Aérienne Française.)

FIG. 9. — LE BARRAGE DE VEZINS : VUE AVAL, PRISE EN AVION

Les mesures des déformations de ce barrage ont été effectuées par la méthode des visées. Des mires, placées en divers points du barrage, étaient observées d'après une base optique établie d'une rive à l'autre.



(Clicné Compagnie Aérienne Française.)

FIG. 10. — LE BARRAGE A VOUTES MULTIPLES DE VEZINS (AVEYRON) : VUE AMONT

Les barrages à voûtes multiples sont constitués par une série de cintres s'appuyant sur les contreforts visibles sur la vue aval. On peut se contenter ainsi d'une faible épaisseur de ciment pour établir les voûtes, à la condition de surveiller l'attaque de l'armature métallique par la rouille.

massif bétonné, entre le tube-témoin et un poste d'écoute amplificateur, suffit à assurer cette double fonction.

Mieux encore, la conjugaison de cet appareillage avec un « fréquencemètre » étaloné permet de faire ressortir, par simple effet de battements, le nombre des vibrations de la corde prisonnière du barrage. M. Coyne utilise pour cet usage le stroboscope à corde vibrante de M. Auguste Guillet et son fréquencemètre à corde du modèle de la sirène harmonique (1).

On peut, d'ailleurs, substituer à la mesure acoustique une mesure optique, et même un enregistrement au moyen d'oscillographe. (Nous n'entrerons pas dans l'exposé détaillé de ces moyens de mesure, qui sont d'un usage général.)

Les mesures de contrôle effectuées par la méthode Coyne, dite des témoins sonores et vérifiées au comparateur de haute précision, ont montré un parfait accord entre la métrique directe des comparateurs et la métrique acoustique indirecte, — avec ce détail que la méthode acoustique permet de mesurer des allongements de l'ordre du millionième, ce qui est hors de portée des appareils comparateurs les plus précis. M. Coyne a donc créé par là une métrique nouvelle, qui est une merveille de plus ajoutée à celles que réalise la substitution des méthodes électrophysiques aux méthodes mécaniques. Mais il est encore possible de substituer l'optique à l'électricité dans la mesure des tensions : et c'est la deuxième méthode que nous avons annoncée. Elle est due à M. Georges Mabboux. Nous ne faisons que l'indiquer, comptant y revenir dès qu'elle sera tout à fait au point.

Pour en saisir le principe, nous n'avons qu'à renvoyer le lecteur à notre article sur la « photoélasticité » (2). Nous avons expliqué comment une contrainte exercée sur une masse transparente modifie « l'indice de réfraction » de la lumière à travers cette masse, suivant les directions privilégiées qui sont les directions mêmes des tensions subies par la masse (ou des directions perpendiculaires à ces tensions). Si l'on soumet une lumière polarisée à ces effets de transparence, et si on reçoit la lumière incidente sur un « polariscope », on arrive aisément à déterminer exactement les directions privilégiées en question par l'angle dont il faut faire tourner le « nicol » du polariscope pour réali-

ser l'extinction du rayon lumineux polarisé.

On peut, d'ailleurs, opérer par réflexion. Insérons dans un mur de béton une pastille de verre cylindrique et dont le fond est argenté. Envoyons un rayon de lumière polarisée sur ce miroir; les contraintes que subit la masse vitrée de la part du mur altèrent la lumière incidente. Si l'on reçoit celle-ci après réflexion sur un polariscope, voir figure 7, le même procédé de rotation du nicol marquera un point d'extinction correspondant à une direction privilégiée qui sera la direction même de la tension interne subie par le miroir.

Mais la méthode de M. Mabboux permet encore d'autres perfectionnements. Au lieu de se contenter de déterminer la tension en direction, l'auteur utilise une éprouvette en verre argenté, elle-même soumise à l'effort d'un dynamomètre : la teinte (le degré d'extinction) révélée par le polariscope correspond alors, pour un même angle de rotation du nicol, à la grandeur de la tension fournie par le dynamomètre. Il ne reste plus qu'à comparer les différentes teintes obtenues au polariscope, d'une part, sur les miroirs-témoins insérés dans le mur et, d'autre part, sur l'éprouvette soumise aux efforts gradués du dynamomètre.

Ainsi les indications d'un instrument d'optique mesurent les contraintes imposées au matériau. Ajoutons que cette correspondance n'est pas encore obtenue avec toute la précision désirable, mais qu'elle fait présentement l'objet de travaux en cours à l'Office National des Inventions.

Les résultats de l'auscultation des deux « barrages-voûtes » de la Bromme et de Vezins

Pour en revenir aux résultats pratiques, il nous reste à dire quelques mots de ceux qui furent obtenus par l'application de la méthode acoustique aux « barrages-voûtes » tels que celui de la Bromme.

Nous donnons les schémas expliquant la structure architecturale de ce barrage.

A l'intérieur des quatre « joints » verticaux de contraction ménagés dans ce massif, on a déposé des témoins sonores du système Coyne, en surface, c'est-à-dire à 0 m 10 environ des parements, au moment de la construction. Plusieurs de ces témoins ont cessé de fonctionner dans un temps variant d'un jour à quatre mois après le bétonnage. Ces pannes étaient dues à des infiltrations. Mais dix-huit témoins ont fonctionné et permis de suivre les déformations.

Le remplissage du réservoir a commencé

(1) La méthode stroboscopique et les appareils de M. A. Guillet ont été décrits dans *La Science et la Vie*, n° 133, p. 47.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 132, page 491.

le 19 mai 1932, à 6 heures du matin, et l'eau a déversé par-dessus la crête du barrage à 17 h 30.

La vidange, commencée le 20 mai, à 5 h 30, s'est poursuivie toute la journée.

Au cours de cette opération, la valeur des déformations enregistrées a atteint le maximum de 90 microns (1) par mètre. La déformation de 1 micron par mètre correspondant à une « contrainte » de 0 kg 4 par centimètre carré, on voit que la contrainte du matériau engagé dans le barrage peut atteindre de 30 à 40 kilogrammes par centimètre carré.

Les mesures effectuées sur le barrage-voûte de Vezins l'ont été par la méthode des visées au théodolite, par les soins du service géographique de l'armée. Mais, contrairement au procédé mis en œuvre pour le barrage de Gros-Bois, où l'opérateur se plaçait sur la digue et visait des repères installés sur les rives, à Vezins l'opérateur visait des repères installés sur divers points du mur du barrage, à partir de deux stations minutieusement établies sur l'une et l'autre rive de la vallée. Ainsi, les déformations éventuelles à mettre en évidence concernaient l'ensemble du barrage et non pas seulement son parapet.

Nous n'entrerons pas dans le détail de ces travaux minutieux. Contentons-nous de savoir que les graphiques des mesures indiquent la particularité suivante : la partie centrale du barrage présente une raideur relativement supérieure à celle du reste de la construction, ce qui s'explique, d'après les auteurs des mesures, par la présence des conduites de prise d'eau en béton armé ren-

(1) Le micron : 1 millième de millimètre.

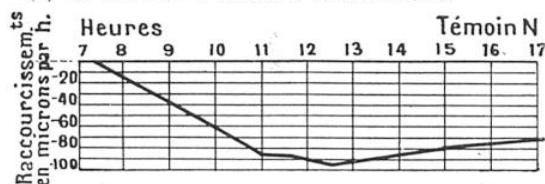


FIG. 11. — GRAPHIQUE MONTRANT LA VARIATION HORIZONTALE (EN MICRONS) DU BARRAGE DE LA BROMME, HEURE PAR HEURE, AU MOMENT DU REMPLISSAGE DU RÉSERVOIR

forçant la section des contre-forts adjacents. D'autre part, contrairement à l'hypothèse admise, les déplacements du massif au niveau du sol ne sont pas nuls.

En résumé, quelle que soit la méthode employée, il résulte de la mesure des déformations des barrages-voûtes, que leur amplitude est du même ordre de grandeur que celle des déformations des barrages-poids. Les barrages-voûtes, bien que plus légers, paraissent même l'emporter par une plus grande rigidité.

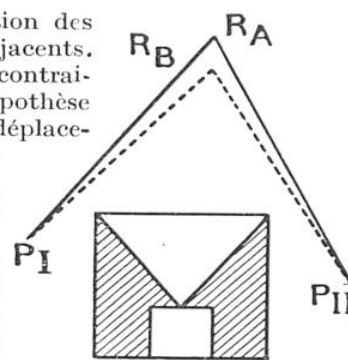


FIG. 12. — MODÈLE D'UN REPÈRE INSTALLÉ SUR LE MUR DU BARRAGE-VOÛTE DE VEZINS

Le point de visée est constitué par le contact du sommet du triangle blanc sur le carré blanc. En haut, schéma géométrique indiquant comment les visées effectuées des points P_I et P_{II}, de part et d'autre de la vallée, permettent de suivre le déplacement du repère de la position R_A et R_B.

Il faut développer la technique d'observation des grands barrages

Pour conclure pratiquement, reconnaissons avec M. Coyne que les mesures physiques, dont nous n'avons donné ici qu'un aperçu pour nous attacher avant tout aux résultats, exige de la part des observateurs une éducation technique et scientifique de premier ordre. En Allemagne, certaines universités ne craignent pas de spécialiser des étudiants à ce genre d'observations qui sont du même ordre de précision que celles du laboratoire. Il conviendrait que, chez nous également, il se forme de véritables équipes spécialisées, munies de tous les moyens d'action désirable.

L'œuvre est, au reste, de longue haleine, puisque, par définition, elle doit porter sur plusieurs siècles.

JEAN LABADIÉ.

En dix ans, l'Italie a construit 10.000 écoles nouvelles, plus de 15.000 kilomètres de voies ferrées, distribué l'eau potable à près de 2.000 communes qui en étaient dépourvues, desséché les Marais Pontins, édifié quelque 50.000 logements populaires.

LES BIENFAITS DE L'HYDROLOGIE FLUVIALE, SCIENCE NOUVELLE ET ENCORE MÉCONNUE

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE MARSEILLE

L' « hydrologie fluviale » — ou l'étude du régime d'écoulement des cours d'eau — constitue une science dont les applications pratiques présentent un intérêt primordial. Non seulement le climat d'un pays et la vie des peuples en dépendent intimement, mais aussi la protection contre les inondations sans omettre ce point capital de nos jours : la production d'énergie électrique. Toutefois, cette science, comme la météorologie (1), à laquelle elle s'apparente étroitement, n'en est encore qu'à ses débuts et seules de patientes observations judicieusement coordonnées pourront permettre — un jour — d'en formuler les lois générales. Néanmoins, dès maintenant, de nombreux progrès fort importants ont déjà été réalisés au cours de ces dernières années. Notre éminent collaborateur expose ici ces résultats souvent méconnus et en dégage les idées générales susceptibles de conduire à de nouvelles applications dans l'avenir.

L'HYDROLOGIE fluviale étudie le régime de fleuves et des rivières, c'est-à-dire l'ensemble des phénomènes qui se rapportent à leur alimentation et aux variations de leur débit. Qu'une science aussi nécessaire soit ignorée du grand public, cela est à peine concevable quand on pense à quel point notre vie est conditionnée par les rivières auprès desquelles nous habitons ; leurs crues sont redoutables comme leurs sécheresses ; les premières détruisent, en quelques heures, l'effort des générations humaines et suppriment d'un seul coup leurs moyens d'existence et, parfois, cette existence elle-même ; les secondes créent la stérilité et arrêtent la vie ; en régime normal, les rivières sont nos plus précieux auxiliaires, elles fertilisent les vallées, offrent au commerce un « chemin qui marche », et à l'industrie la puissance de leurs chutes ; et c'est pour cela que, de plus en plus, la vie se concentre dans les vallées.

Mais tous ces services ne sont utilisables qu'après de coûteux travaux d'appropriation ; une rivière « sauvage » fait plus de mal que de bien ; pour qu'elle soit domestiquée, il faut rectifier son lit, établir des barrages et des canaux, construire des ponts qui traversent son cours ; cet aménagement exige une connaissance approfondie du régime de chaque cours d'eau ; aucun industriel n'aura l'idée d'établir un barrage sur une rivière sans connaître non seulement le débit moyen, mais encore ses maxima et ses minima ; tous les travaux, ponts, digues,

canaux, exigent de même la connaissance du régime qui ne peut résulter que d'une longue série d'observations.

Par ses moyens d'action, comme par son but, l'hydrologie fluviale s'apparente étroitement à la météorologie ; toutes deux sont, avant tout, science d'observations, bien qu'elles aient souvent occasion d'utiliser les lois de la mécanique des fluides ; la météorologie a pour premier objet de définir le climat de chaque région naturelle ; pareillement, l'étude d'un bassin fluvial fait connaître son « climat hydrologique », c'est-à-dire son régime moyen et les écarts accidentels par rapport à cette moyenne. La météorologie se risque ensuite à des prévisions plus ou moins aventurées, mais justifiées par leur intérêt pratique ; l'état hydrologique d'un bassin fluvial permettra, de même, de prévoir l'évolution probable d'une crue ou d'une crise de sécheresse, et ces prévisions, pour incertaines qu'elles soient, rendent aux riverains de signalés services.

Que mesure-t-on en hydrologie ?

Lorsqu'on a délimité un bassin fluvial, c'est-à-dire la surface dont les pluies alimentent le cours d'eau, les premières mesures portent nécessairement sur la quantité d'eau tombée, qui s'évalue tout naturellement par sa hauteur. La météorologie met à notre disposition l'appareil approprié à ces mesures, le *pluviomètre* (fig. 1) ; pour obtenir des résultats précis, il faudrait évidemment de nombreux pluviomètres répartis sur l'aire du bassin fluvial et observés régu-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 162, page 470.

lièrement ; en centralisant les résultats obtenus, on connaîtrait, jour par jour et région par région, l'épaisseur de la lame d'eau déposée par les pluies ; en général, les résultats dont on dispose sont très insuffisants ; il faut pourtant s'en contenter. Un cas délicat est celui des mesures en montagne, d'autant plus importantes que les chutes d'eau y sont plus abondantes qu'en plaine ; on installe alors au flanc ou au sommet des versants un ingénieux appareil inventé par le forestier français P. Mougins : c'est le *totalisateur*, récipient contenant une solution concentrée de chlorure de calcium recouverte d'huile de vaseline ; la neige ou la pluie traversent l'huile qui s'oppose à leur évaporation, tandis que le chlorure de calcium maintient le tout à l'état liquide ; on peut ainsi, tous les six mois seulement, ou même tous les ans, relever le total de l'eau tombée dans le récipient.

Une autre mesure, de la plus haute importance, est celle du *débit* ; c'est par leur débit moyen qu'on classe les fleuves, et le débit extrême, en période de crues ou de sécheresse, entre en considération dans maintes circonstances. Mais cette opération si essentielle offre des difficultés que la figure 2 nous permettra d'apprécier d'un coup d'œil ; elle représente la coupe en travers d'un cours d'eau et la vitesse des divers filets liquides qui s'écoulent parallèlement dans son lit ; on voit que cette vitesse est différente d'un point à un autre ; elle est, en général, diminuée par le frottement contre les berges et moindre aussi à la surface qu'en profondeur. Mais il y a plus : au-dessous du fleuve visible s'écoule le fleuve invisible ; une partie de l'eau chemine en sous-sol, frayant lentement son chemin à l'intérieur du « périmètre mouillé » ; ainsi

s'explique la *perte* de divers cours d'eau, qui éappaissent plus loin en surface ; mais il est des régions désertiques où la totalité de l'eau chemine ainsi en sous-sol, comme pour mieux se protéger contre les ardeurs du soleil.

Dans nos régions tempérées, on peut, en général, faire abstraction de cette eau invisible ; la mesure du débit n'est pas moins une opération délicate. On a eu recours, pour

le jauger, à divers procédés : flotteurs de surface ou flotteurs noyés, tubes de Pitot, etc., mais le plus usité emploie le *moulinet de Woltmann*, qu'on plonge face au courant, après l'avoir taré dans un courant de vitesse connue, et dont la rotation indique la vitesse du courant au point d'immersion ; un certain nombre de mesures effectuées dans une section de profil connu permet d'obtenir une courbe de répartition des vitesses analogues à celle de la figure précédente, et, en multipliant les vitesses par les aires, on obtient sans difficulté le débit total.

Enfin, il est d'usage de mesurer, sur la plupart des rivières, le niveau de surface ; cette mesure s'effectue,

à simple lecture, sur une échelle graduée, en bois ou en métal, fixée verticalement sur une pile de pont ou sur un parement de quai. Le zéro de ces échelles correspond, en général, aux plus basses eaux ; il définit ce qu'on appelle l'*étiage*. Sur les principaux cours d'eau, les lectures de niveau sont faites, en général, trois fois par jour ; en temps de crue, elles sont télégraphiées, ou téléphonées, aux bureaux des Ponts et Chaussées où on élabore les prévisions maxima.

Parfois, et surtout en Suisse, la mesure des niveaux est effectuée, automatiquement et avec plus de précision, par le *limnigraphe*,

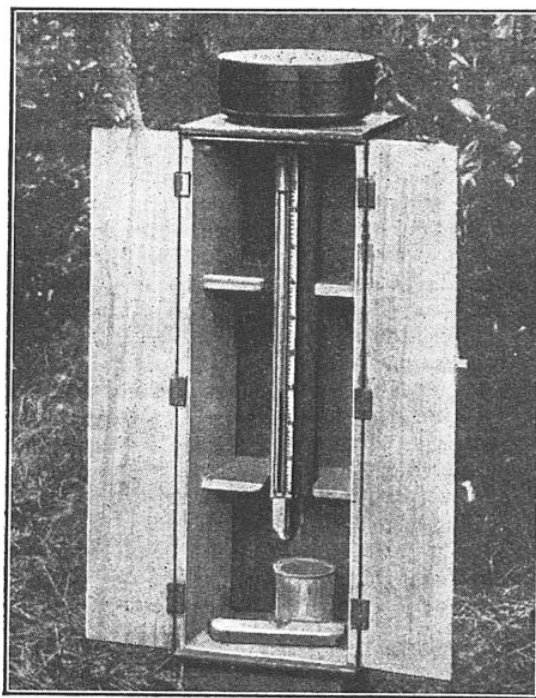


FIG. 1. — TYPE DE PLUVIOMÈTRE À GRANDE SENSIBILITÉ DIT « DÉCUPLATEUR »

L'eau tombant dans la partie supérieure, de grand diamètre, est recueillie dans un tube étroit où le niveau monte rapidement et où on le mesure.

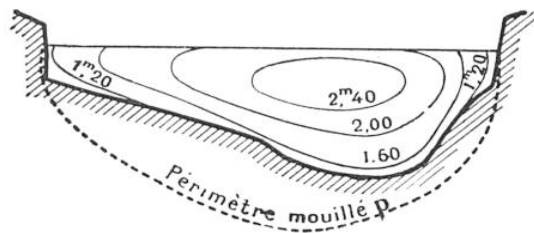


FIG. 2. — RÉPARTITION DES VITESSES DANS LE COURS D'UN FLEUVE

Les courbes relient les points où la vitesse d'écoulement est la même (indiquée en mètres par seconde); en outre, une partie de l'eau chemine dans le sol, à l'intérieur du périmètre mouillé p

flotteur placé dans un puits communiquant avec le cours d'eau; les mouvements verticaux de ce flotteur entraînent un style qui inscrit les valeurs successives du niveau sur un cylindre entraîné par un mouvement d'horlogerie.

Telles sont, avec les données géographiques et géologiques, les éléments dont on dispose pour créer l'hydrologie fluviale. Le premier résultat de ces études, et le plus important au point de vue pratique, est de nous faire connaître les habitudes de chaque cours d'eau, c'est-à-dire les éléments qui caractérisent son régime. Mais cette connaissance pratique ne mérite pas, à vrai dire, le nom de science; il faut tâcher de l'élever à une généralité plus grande et de déterminer les causes génératrices des multiples effets qu'on a constatés.

Les facteurs du régime

L'écoulement des eaux est un phénomène très complexe: l'eau déversée dans le bassin d'un fleuve, sous forme de pluie ou de neige, ne se retrouve pas en totalité, ni instantanément, dans le lit fluvial; une partie considérable retourne à l'atmosphère par évaporation (fig. 3); une autre fraction s'enfonce plus ou moins profondément dans le sol et ne revient au jour que lentement et par des chemins détournés: c'est celle qui alimente les sources; la différence, qui forme les eaux de ruissellement, glisse sur la surface et atteint, plus ou moins rapidement, le lit du fleuve; arrivée là, elle s'écoule suivant les lois de l'hydraulique.

Il résulte de là que le régime des eaux dépend de quatre facteurs, qui sont classés par ordre d'importance: le relief, la météorologie, la nature du sol et sa couverture végétale.

L'action du relief est prédominante, parce qu'elle agit à la fois sur l'eau déversée et sur son écoulement. C'est un fait bien

constaté que les chutes de pluie ou de neige sont plus abondantes au voisinage de la mer et sur le versant des montagnes. Dans les deux cas, l'explication est la même: l'air qui a léché la surface des océans est saturé de vapeur; dès qu'il aborde la terre ferme, il s'élève et, par conséquent, se refroidit en laissant déposer l'eau en excès; de même, lorsqu'il est poussé contre le flanc des montagnes, cette nouvelle ascension produit une nouvelle détente de l'air qui abandonne le restant de son humidité. C'est pour cette raison que les montagnes sont les grandes nourricières des cours d'eau, tandis que, par leur pente, elles règlent leur vitesse d'écoulement; cette pente, très prononcée dans les vallées des montagnes, va en s'atténuant dans les plaines, pour devenir presque nulle à l'embouchure. Dans le cours supérieur du Rhône et de ses affluents (l'Arc, en Maurienne; l'Isère, en Tarentaise; la Durance, vers Embrun), elle atteint fréquemment plusieurs dizaines de mètres par kilomètre; l'allure du cours d'eau est alors rapide et torrentielle, il roule du limon et des pierres arrachés à la montagne; mais, une fois parvenu dans la plaine, où la pente n'est plus que de 1 ou 2 décimètres par kilomètre, et parfois moindre encore, le fleuve s'assagit et, pour un débit à peine accru, coule majestueux entre de larges rives.

Le relief agit encore par son orientation; une chaîne montagneuse reçoit beaucoup plus d'eau sur le versant exposé aux vents humides de la mer que sur le versant opposé; cette différence est particulièrement sensible dans les Alpes, et explique la différence de régime des nombreux cours d'eau qui dévalent de leurs flancs.

Mais cette chute d'eau, elle-même, est dans l'étroite dépendance des facteurs météorologiques: la température, qui active l'évaporation, et surtout la direction des vents dominants, qui apportent les nuages chargés d'humidité.

Tandis que le relief est un facteur permanent, l'action des agents atmosphériques est

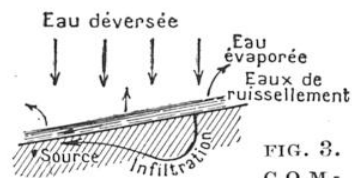


FIG. 3. — COMMENT SE RÉPARTIT L'EAU DÉVERSÉE DANS LE BASSIN D'UN COURS D'EAU

Une partie s'évapore, une autre s'infiltré; le reste ruisselle.

aussi par les périodes de sécheresse prolongée, où le cours d'eau, exsangue, voit son débit réduit à presque rien, à moins qu'il ne soit entretenu par un lac, ou alimenté par les glaciers; on calcule, par exemple, que les glaciers qui nourrissent le Rhône représentent environ 40 milliards de mètres cubes, c'est-à-dire qu'ils pourraient, pendant huit ans, entretenir le débit du fleuve au point où il se jette dans le lac Léman.

Mais la nature du sol et sa couverture végétale influent largement aussi sur le régime; on admet que, les autres conditions restant identiques, un cours d'eau est d'autant plus régulier que son bassin est plus poreux et mieux couvert; il est heureux que les roches les plus imperméables, comme les granits, les grès et les schistes, lorsqu'elles ne sont pas totalement dénudées, ce qui est exceptionnel, conservent encore un pouvoir de rétention considérable; à la suite d'un orage violent et bref, les eaux de certains torrents alpins, comme le Drac, mettent parfois huit jours à s'égoutter.

Variations saisonnières et crues

Dans la diversité presque indéfinie des cas particuliers, ce qui frappe les observateurs les moins avertis, c'est la variation saisonnière des niveaux et des débits; dans les pays tropicaux, dont la météorologie est simple, ces variations se présentent avec

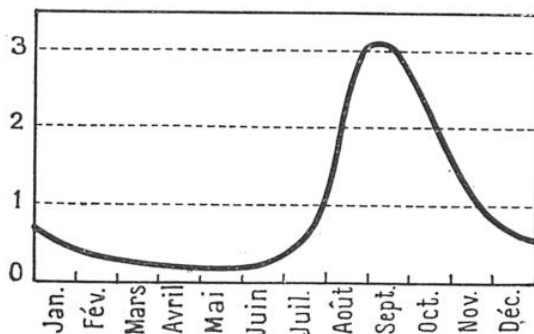


FIG. 4. — GRAPHIQUE DE LA MOYENNE DES HAUTEURS D'EAU DANS LE NIL

Sur cette figure, les ordonnées correspondent à des coefficients qui caractérisent le débit; on voit que les variations se présentent avec une régularité mathématique. La crue commence en juillet pour atteindre son maximum en septembre.

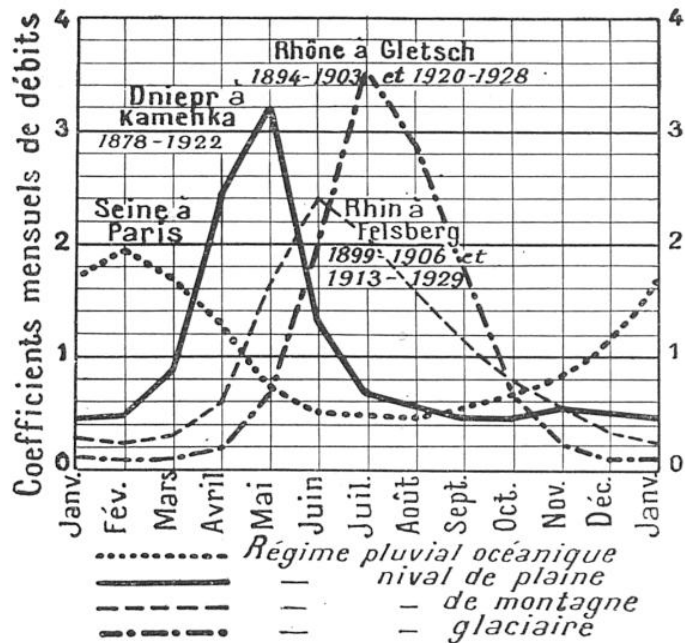


FIG. 5. — EXEMPLE DE COURBES DE DÉBITS DE QUELQUES COURS D'EAU A RÉGIME SIMPLE

une régularité presque mathématique; c'est ainsi que la crue du Nil commence tous les ans à la fin juillet pour atteindre son maximum en septembre (fig. 4). Avec moins de régularité, cette périodicité saisonnière se retrouve dans les cours d'eau des régions tempérées, mais en offrant des différences qui permettent de classer les diverses espèces fluviales. Considérons, d'abord, les cours d'eau à régime simple; ce sont ceux où il n'y a, chaque année, qu'un maximum et un minimum de débit; les courbes de la figure 5 nous en donnent divers exemples, mais elles nous montrent en même temps que l'époque du maximum n'est pas la même pour tous les cours d'eau; les fleuves à régime glaciaire, comme le Rhône au-dessus du lac Léman, sont en crue au début de l'été, au moment de la fonte des glaciers, tandis que pour les cours d'eau alimentés par les ondées océaniques, comme la Seine, le maximum a lieu, comme celui des pluies, en février ou mars, et le minimum en août ou septembre.

Des considérations de cet ordre présentent un grand intérêt pour les usines hydroélectriques, puisqu'elles permettent, en connectant convenablement divers réseaux de distribution, d'utiliser le trop plein des unes pour parer à l'indigence des autres.

D'autres fois, on constate, au cours d'une même année, deux pointes de débit. C'est

ainsi que les gaves des Pyrénées présentent deux maxima, dont l'un correspond à la fonte des neiges, et l'autre à l'abondance des pluies venues de l'Océan. On peut même imaginer, et la réalité réalise, des types plus complexes : le cours inférieur du Rhône est, de tous les fleuves que nous connaissons, celui dont les variations saisonnières subissent le plus de revirements ; cette constatation s'explique par la diversité des cours d'eau qui l'alimentent, dont les uns sortent des Alpes, tandis que d'autres descendent des Cévennes, et que la Saône est soumise au régime fluvial océanique.

En dehors de ces variations saisonnières, les crues constituent l'épisode le plus dramatique de l'hydrologie. La science est à peu près désarmée contre ces cataclysmes qui ne sont pas à l'échelle des forces humaines ; elle peut, cependant, les atténuer par divers moyens : le reboisement du bassin et surtout de ses pentes les plus accusées, l'aménagement rationnel du lit de façon à faciliter l'écoulement, l'emploi de digues submersibles. En tout cas, il dépend d'elle de déterminer l'origine des crues et de créer un service d'avertissement. C'est un fait d'expérience que la débâcle des glaces, la fonte des glaciers et la chute des neiges, n'ont pas, dans nos climats tempérés, l'importance que certains

théoriciens leur ont attribuée ; les crues les plus redoutables ont pour origine des averses anormales par leur intensité, leur durée ou leur succession rapprochée ; cette surabondance des pluies est elle-même reliée avec une situation météorologique bien définie, caractérisée dans nos pays par une succession de noyaux de baisse barométrique, venant surtout de l'ouest et du sud.

trique, venant surtout de l'ouest et du sud.

Ainsi, la carte des isobares permet de prévoir les chutes d'eau étendues et persistantes ; elle permet donc un premier avertissement, mais une fois que les pluies torrentielles sont déchaînées, les torrents se gonflent avec une rapidité que devance toute annonce ; en moins d'une heure souvent, ils débordent, emportant tout ce qui se trouve sur leur passage ; ce n'est que plus loin, dans la plaine, que des avertissements peuvent être envoyés aux populations riveraines, et

notre service fluvial des Ponts et Chaussées s'y emploie avec autant de science que de dévouement (1).

L. HOULLEVIGUE.

(1) Ceux qui s'intéressent à l'hydrologie fluviale en trouveront un exposé précis et documenté dans un ouvrage récemment paru, auquel j'ai fait de larges emprunts, au cours de cet article : *Fleuves et Rivières*, par MAURICE PRADÉ (Armand Colin, éditeur, 1933).



FIG. 6.— COMMENT ON RÉGULARISE LE COURS DE CERTAINS TORRENTS A L'AIDE D'UNE SUCCESSION DE BARRAGES (VOIR « LA SCIENCE ET LA VIE », N° 158, PAGE 104)

LE MOTEUR DIESEL N'A PAS ENCORE SUPPLANTÉ LA MACHINE A VAPEUR POUR LA PROPULSION DES NAVIRES DE COMBAT

Par M.-E. GAUTIER
INGÉNIEUR EN CHEF DE LA MARINE

Si le moteur Diesel a nécessité une mise au point longue et laborieuse, il est parvenu aujourd'hui à une telle perfection technique que son emploi se généralise de plus en plus, aussi bien dans les installations fixes que sur les véhicules automobiles de gros transport. Certains avions mêmes, ne sont-ils pas déjà équipés, en Allemagne, de moteurs de ce type ! Dans la marine, le Diesel est évidemment, par excellence, l'engin de propulsion du sous-marin. Mais il faut reconnaître qu'à l'encontre de l'exemple donné par la marine marchande (motorships) (1) et à l'exception de certaines unités de moyen tonnage (chasseurs et ravitailleurs de sous-marins, porte-aéronefs), le moteur Diesel n'a pas encore conquis, dans la marine de guerre, sa place sur les bâtiments de ligne. Seule, l'Allemagne, pour son croiseur cuirassé Deutschland (2), de 10.000 tonnes, et quelques croiseurs de 6.000 tonnes, a fait appel au Diesel pour ses unités de combat. La lutte reste engagée entre les techniciens partisans de la vapeur (hautes pressions) et ceux du moteur Diesel. Le plus grand avantage de ce dernier réside encore actuellement dans la faible consommation de combustible liquide. Notre éminent collaborateur, dont le nom fait autorité dans le génie maritime, expose ici les progrès comparés de la machine à vapeur et ceux du Diesel. L'avenir de la propulsion des navires des flottes de guerre dépendra de l'évolution de cette technique spéciale du moteur à combustion interne, dont l'application soulève, dans ce domaine, de nombreuses controverses et de sérieuses difficultés. Le problème ne saurait, en effet, se poser de la même manière pour un paquebot et un cuirassé, comme on le verra ci-dessous.

Un peu d'histoire du moteur Diesel

S'IL est un type de moteur dont l'essor, après une période de début particulièrement difficile, a été vraiment prodigieux, c'est bien le moteur Diesel.

On en mesurera aisément la rapidité en considérant que depuis la première réalisation effective, en 1897, et bien que la période de guerre, comme en beaucoup d'autres choses, ait eu pour effet d'arrêter complètement les recherches, afin de permettre aux techniciens de consacrer tous leurs efforts à la défense du pays, la puissance réalisée, en ce qui concerne ce type de moteur, est passée de 18 à 2.750 ch effectifs par cylindre, et qu'un moteur à 8 cylindres, du type à deux temps double effet, a pu développer 22.500 ch effectifs, tandis qu'on envisage, d'ores et déjà, des moteurs du même type pouvant développer 25.000 ch effectifs.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 120, page 519.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 173, page 372.

L'invention du moteur Diesel remonte au début de 1893. Dès le 14 janvier 1893, en effet, l'ingénieur allemand Diesel, qui étudiait depuis plusieurs années la possibilité de réaliser le cycle de Carnot, tint à couvrir les résultats de ses études par un brevet allemand n° 67.207 ainsi libellé : « Théorie et construction d'un moteur thermique rationnel, destiné à supplanter la machine à vapeur et autres machines à feu connues aujourd'hui. »

Comme on le voit, l'ambition de l'auteur était vaste, et on verra plus loin qu'un avenir prochain pourrait bien répondre à ses espoirs.

Toutefois, les premières réalisations furent assez décevantes. Le prototype était à trois cylindres. La combustion s'effectuait dans deux de ces cylindres et la détente se poursuivait dans un troisième cylindre plus grand. Les trois cylindres étaient disposés verticalement. Les deux premiers fonctionnaient suivant le cycle à quatre temps et étaient

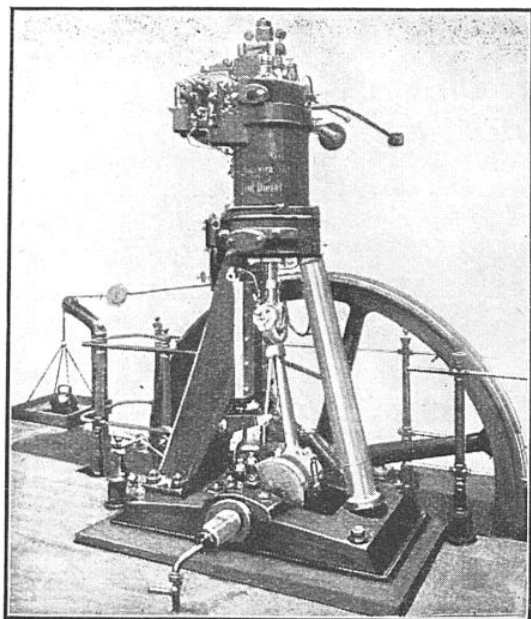


FIG. 1. — PREMIER MOTEUR DIESEL INDUSTRIEL MONOCYLINDRIQUE, CONSTRUIT EN 1897

mis en communication alternativement avec le grand, dont le piston fonctionnait comme piston moteur par une de ses faces et comme piston compresseur par l'autre, de telle sorte qu'on pouvait ainsi réaliser une impulsion motrice à chaque tour. Désirant réaliser la température et par suite le rendement maximum, Diesel avait prévu une pression de compression de 250 atmosphères. Le combustible devait être injecté dans les deux petits cylindres après la fin de la compression, pour éviter les explosions.

Un second brevet allemand n° 82.100, pris en 1893, eut pour objet de combler un certain nombre de lacunes du premier.

Le premier moteur du type fut construit en 1893, dans les ateliers de la Maschinen-Fabrik d'Augsburg Nuremberg et la figure 1, en donne une reproduction. Il était du type vertical à quatre temps, à un cylindre, pouvant développer une puissance de 20 ch ; le cylindre n'avait pas d'enveloppe d'eau de refroidissement, et le combustible était injecté directement au moyen d'une pompe.

Le moteur ne put être mis en route de lui-même et une explosion détruisit l'appareil servant à relever les pressions dans le cylindre.

Néanmoins, la possibilité d'enflammer directement des combustibles liquides dans de l'air sous pression et à température élevée était acquise.

Un second moteur fut construit en

1895-96 : le cylindre fut, cette fois, entouré d'une enveloppe d'eau de refroidissement et le moteur fut muni d'un compresseur d'air destiné à fournir l'air nécessaire à l'injection du combustible dans le cylindre, ce procédé d'injection ayant été reconnu préférable pour obtenir une combustion sans fumée. Mais ce moteur ne put fonctionner d'une façon continue et ne donna pas des résultats satisfaisants.

Ce n'est qu'en 1897 que furent enfin obtenus des résultats convenables : le rendement thermique effectif atteignit 24,2 %, alors que le rendement maximum pour les machines à vapeur de l'époque, calculé à partir du charbon alimentant le foyer de la chaudière, ne dépassait pas 13 %.

Depuis lors, d'importantes améliorations ont été apportées au moteur Diesel, tant en ce qui concerne le cycle que la conception mécanique des organes qui ont bénéficié par ailleurs des progrès importants de la métallurgie. Mais on peut dire que, dans leurs lignes essentielles, les moteurs modernes ont beaucoup de traits communs avec le moteur prototype construit en 1897.

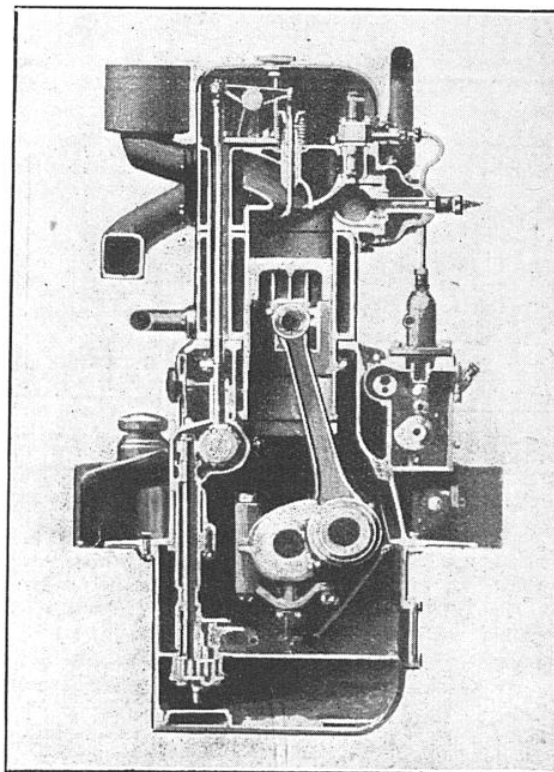


FIG. 2. — MOTEUR DIESEL « OMO » POUR VÉHICULE AUTOMOBILE

Qu'est-ce que le cycle Diesel?

Pour se rendre compte de la faveur justifiée dont a joui autrefois et jouit de plus en plus le moteur Diesel, il n'est peut-être pas inutile de rappeler en quelques mots ce qu'est ce type de moteur.

L'emploi de la vapeur comme agent de force motrice conduit à une installation, somme toute, assez compliquée.

La vapeur doit être produite dans une chaudière dont la chambre de combustion est chauffée, soit par du charbon placé sur une grille, soit, et de plus en plus aujourd'hui, par des brûleurs alimentés par du mazout chaud sous pression. L'air nécessaire à la combustion pénètre parfois naturellement dans la chambre de combustion ; le plus souvent, il y est refoulé par un ou plusieurs ventilateurs. Pour maintenir le niveau de l'eau dans la chaudière, il faut, pendant qu'elle fonctionne, l'alimenter au moyen d'une pompe refoulant sous une pression un peu supérieure à celle de la chaudière par l'intermédiaire d'un régulateur. Comme la chaudière est, en général, éloignée de la machine à vapeur ou de la turbine à alimenter, il faut relier l'une à l'autre au moyen de tuyauteries développées, calorifugées pour éviter des déperditions de chaleur qui sont gênantes pour l'habitabilité et néfastes pour le rendement de l'installation.

L'eau qui alimente la chaudière devant être aussi pure que possible, et étant donné,

par exemple, que sur les navires on ne peut songer à la remplacer par l'eau de mer, il faut la récupérer en la condensant ; cela est d'autant plus nécessaire, que plus la contre-pression à l'échappement de la machine à vapeur ou de la turbine est faible, plus leur rendement est élevé. La condensation a justement pour effet de réduire cette contre-pression à l'échappement. Mais, pour la réaliser, il faut

toute une installation accessoire : un condenseur dont les tubes doivent être parcourus par un courant d'eau froide débité par une pompe spéciale de circulation, une pompe recueillant l'eau condensée et la renvoyant à la chaudière ; une pompe à air extrayant l'air du condenseur pour accentuer le vide, diminuer la contre-pression à l'échappement et faciliter la condensation. Ainsi décrite dans ses grandes lignes, l'installation de force motrice à partir du combustible solide (char-

bon) ou liquide (mazout) et utilisant comme fluide évoluant la vapeur, semble donc particulièrement compliquée, même lorsque la turbine à vapeur remplace la machine alternative. La production de force motrice à partir du combustible liquide, en utilisant comme fluide évoluant, l'air et les gaz résultant de la combustion du combustible liquide, conduit nécessairement, à priori, à une installation beaucoup plus simple. Tout d'abord, le fluide évoluant est emprunté à l'atmosphère — ce qui constitue déjà une grande simplification. Puis, au lieu d'élever la température et la pression de cet air dans une chau-

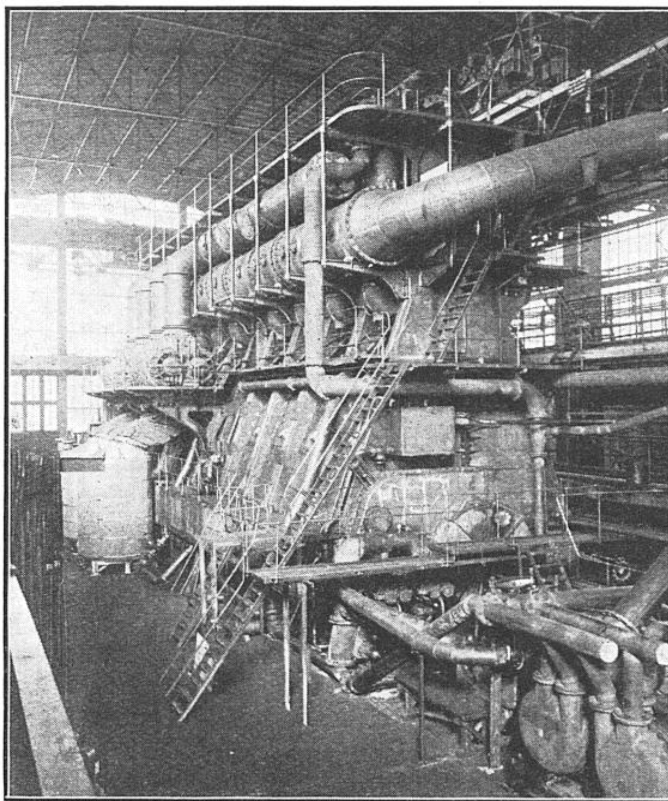


FIG. 3. — LE PLUS PUISSANT DIESEL DU MONDE (24.000 CH), D'UNE CENTRALE DE COPENHAGUE, CONSTRUIT PAR BURMEISTER ET WAIN

dière spéciale comme dans le cas de la vapeur, on peut effectuer cette opération dans le cylindre lui-même, en prenant, bien entendu, les précautions nécessaires pour éviter un accroissement exagéré de la température nuisible à la tenue des organes en contact avec les gaz chauds ; il suffit, pour cela, de consentir à évacuer une partie de la chaleur produite à travers les parois de la chambre de combustion dans l'enveloppe d'eau du cylindre et de la culasse, ce qui se traduit évidemment par une réduction du rendement thermique effectif.

Or, c'est justement ce qui se passe dans le moteur Diesel, qui est en quelque sorte un moteur à air chaud, puisque l'azote contenu dans l'air aspiré et la fraction d'oxygène de cet air non utilisé pour la combustion constituent, au total, en général plus de 85 % en poids du mélange des gaz après combustion.

On conçoit la simplicité de pareille installation qui en comporte ni chaudière, ni station de condensation de vapeur avec leurs auxiliaires,

Il ne faut donc pas s'étonner si la production de force motrice au moyen du moteur Diesel a paru séduisante entre toutes et dans tous les domaines, et, avant d'étudier plus spécialement le cas de la propulsion des navires, il n'est peut-être pas inopportun de dire tout d'abord, succinctement, quelques mots des progrès réalisés jusqu'à ce jour en matière de traction sur route et d'aviation.

Le moteur Diesel et la traction sur route

En ce qui concerne plus spécialement les camions automobiles, les petits moteurs

Diesel à injection mécanique ont déjà fait leurs preuves et sont en service en grand nombre sur les camions tant français qu'étrangers. Les constructeurs de camions français, à l'exception de la maison Renault, ont d'ailleurs acquis des licences étrangères : Junkers, Aero, Bosch, Bentz, Daimler-Bentz, Fiat et Omo. D'un prix relativement peu élevé par rapport à ceux munis de moteurs à explosion, les camions à moteurs

Diesel, avec des dépenses annuelles de réparations et d'entretien peu supérieures, lorsque l'assise et les transmissions ont été correctement étudiées en tenant compte de pressions intérieures plus élevées et des vibrations en général de plus grande amplitude, conduisent, en fait, à un démarrage plus franc par tous les temps, à un fonctionnement plus nerveux et à une économie importante de combustible qui vient amortir rapidement la différence des prix d'achat du moteur lorsque le camion roule fréquemment.

Les constructeurs sont parvenus à établir des petits moteurs fonctionnant avec l'injection mécanique et généralement du cycle à 4 temps, relativement légers, puisque le poids par cheval varie, en général, de 6 à 10 kilogrammes et susceptibles de développer une puissance variant de 10 à 14 ch par litre de cylindrée. Leur consommation de combustible en volume est généralement de l'ordre de la moitié de celle du moteur de même puissance du type à explosion. Les moteurs les plus typiques et ayant fait leurs preuves sont les moteurs Junkers, Deutz, Aero, Bosch, Omo, Fiat et Renault. Nous

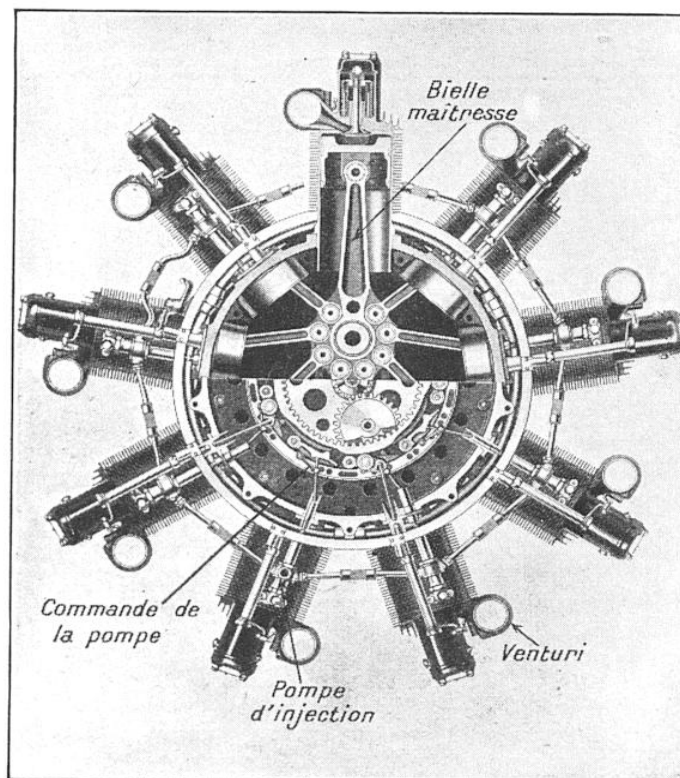


FIG. 4. — COUPE MONTRANT LES ORGANES DU MOTEUR DIESEL LÉGER «PACKARD» DE 225 CH POUR AVION

donnons dans le tableau 1 les caractéristiques principales d'un certain nombre de ces types de moteurs.

Les moteurs Diesel d'aviation

En ce qui concerne les moteurs d'aviation, le Diesel présente le gros avantage de pouvoir utiliser des combustibles s'enflammant difficilement, ce qui accroît notablement la sécurité contre l'incendie en vol et à l'atterrissage brusqué.

En outre, la consommation de combustible sensiblement plus faible et portant sur un produit de prix notablement inférieur à celui de l'essence, permet d'accroître le rayon d'action à égalité de vitesse et de réduire, d'autre part, les dépenses d'explo-

et seront certainement dépassées lorsque, comme M. Clerget l'a déjà envisagé, on suralimentera ces moteurs par turbo-compresseur d'air fonctionnant sur les gaz d'échappement. Ainsi, le poids par cheval pourra descendre sensiblement au-dessous de 1 kilogramme, ce qui revient à dire qu'à égalité de puissance, le moteur Diesel aura même poids sensiblement que le moteur à essence et présentera, par ailleurs, par rapport à ce type de moteur, les avantages que nous avons exposés précédemment.

Les moteurs les plus typiques à cet égard et ayant fait leurs preuves sont les moteurs Packard, Fiat, Junkers et Clerget, dont nous donnons dans le tableau 2 les caractéristiques principales.

CARACTÉRISTIQUES	Moteurs Junkers à 2 temps à pistons opposés		Moteurs Deutz à 4 temps	Moteurs Aero-Bosch à 4 temps		Moteur Unie à 4 temps	Moteur Fiat à 4 temps	Moteur Renault à 4 temps
	2 P.J. 65	85 L. C. 3		Antichambre dans le piston	Antichambre dans la culasse			
Alésage (mm).....	65	85		110	100	130	105	115
Course (mm).....	120/90	144/96		150	150	180	160	170
Nombre de cylindres	1	3	6	6	6	2	6	4
Vitesse de régime (mm).....	1.200	1.500	1.200	1.700	1.800	1.600	1.600	
Puissance totale (ch) effective.....	10	53	80	80	85	20/27	76	60
Puissance effective par litre (ch).....	14	19,4		10	10	6	9,1	8,5
Poids par ch.				10	9,3			

TABLEAU 1. — CARACTÉRISTIQUES DES PRINCIPAUX MOTEURS DIESEL POUR AUTOMOBILES

tation. Enfin, les chances de pannes en vol sont réduites par suite de la suppression de l'allumage électrique et du carburateur. Toutefois, le moteur Diesel passait, jusqu'à une époque encore récente, pour un générateur de force motrice lourd, très lourd même, surtout en matière d'aviation, comparativement au moteur à explosion. Mais les constructeurs se sont surpassés dans ce domaine, ayant réussi à tourner les difficultés, grâce à un mode de construction et de montage rationnel, grâce à l'emploi de métaux appropriés et légers et en utilisant un cycle à degré d'explosion élevé, mais néanmoins assez modéré. Ils ont pu réaliser ainsi des moteurs puissants avec des poids par cheval parfois peu supérieurs à 1 kilogramme, des pressions effectives moyennes de l'ordre de 6 kg 300, le piston se déplaçant à une vitesse supérieure à 10 m/seconde, ce qui a permis de loger une puissance en général supérieure à 14 ch par litre de cylindrée. Ces caractéristiques se rapprochent sensiblement de celles du moteur à essence

Moteurs de propulsion des navires de la marine de guerre

Le moteur Diesel est par excellence le moteur de propulsion du sous-marin. Sur ces unités, en effet, les questions de visibilité en surface ou en demi-plongée, d'encombrement, d'habitabilité, d'effectifs, de rapidité de manœuvre, de rayon d'action, sont primordiales. Il faut concentrer dans ce type de navire le maximum de puissance offensive ou défensive, suivant le cas, dans le minimum d'espace ; il faut que le personnel, aussi réduit que possible, puisse y vivre dans des conditions acceptables d'hygiène ; il faut que le navire, en surveillance ou en croisière, naviguant en surface ou, comme on le pratique maintenant, en demi-plongée, c'est-à-dire avec ses ballasts de veille ouverts, puisse arrêter rapidement ses moteurs de surface et pénétrer sous l'eau le plus vite possible ; enfin, il faut que les sous-marins offensifs et ceux de croisière lointaine puissent tenir la mer le plus longtemps pos-

sible avant d'avoir besoin de se ravitailler en combustible. Ces conditions sévères, pour la plupart impossibles à réaliser avec une installation vapeur, sont, au contraire, faciles à réaliser avec une installation à moteurs Diesel. Il ne faut donc pas s'étonner si, à part quelques rares exceptions tout à fait au début de l'apparition des sous-marins, les navires de ce type sont maintenant, dans tous les pays, uniquement propulsés par des moteurs Diesel.

Mais il convient de reconnaître qu'à l'encontre de l'exemple donné par la marine marchande, et à l'exception des petits navires particulièrement destinés à des stations lointaines, à la chasse des sous-

le fameux *Deutschland*, de 10.000 tonnes, propulsé par deux groupes de huit moteurs M. A. N. de 6.750 à 7.100 ch, fournissant une puissance totale de 56.800 ch, le rayon d'action du bâtiment étant de 10.000 milles à la vitesse de 20 nœuds ;

Trois croiseurs : le *Königsberg*, le *Karlsruhe* et le *Kaln*, de 6.000 tonnes, propulsés par des turbines à engrenages et un moteur Diesel de croisière, la puissance totale étant de 65.000 ch, le rayon d'action des bâtiments étant de 9.800 milles à la vitesse de 10 nœuds ;

Un croiseur : le *Leipzig*, de 6.000 tonnes, propulsé par deux turbines de 30.000 ch et un moteur Diesel de 12.000 ch actionnant la ligne d'arbres centrale, le rayon d'action

CARACTÉRISTIQUES	Moteur Packard 4 temps	Moteur Fiat	Moteurs Junckers 2 temps à pistons opposés	Moteur Clerget 4 temps
Alésage (mm)	122	140	120	130
Course (mm)	152	180	2 × 210	170
Nombre de cylindres	9 (en étoile)		6 (en ligne)	9 (en étoile)
Vitesse de régime (t/m)	1.950	1.700	1.600	1.800
Puissance totale effective (ch)	225	220	700	300
Puissance effective par litre (ch)	14,4	13,3	24	15
Poids par ch	1/14	1,3/2,2	1,14/1,3	1/1
Constr. spécifique effective (gr)	180	190	175	185/200

TABEAU 2. — CARACTÉRISTIQUES DES PRINCIPAUX MOTEURS DIESEL POUR L'AVIATION

marins et des navires de service à mission spéciale (porte-aéronefs, ravitailleurs de sous-marins, pétroliers), le moteur Diesel n'a reçu jusqu'à ce jour, dans la marine de guerre, aucune application à la propulsion des torpilleurs et des contre-torpilleurs et n'a fait son apparition que sur quelques croiseurs et sur un bâtiment de ligne allemand. En ne nous en tenant qu'aux grandes puissances, voici, du reste, sommairement, la situation de leur marine de guerre en ce qui concerne l'application du moteur Diesel à la propulsion aux navires autres que les sous-marins.

La *France* possède : 5 avisos de 2^e classe de 265 à 375 tonnes, propulsés chacun par deux moteurs Sulzer, d'une puissance unitaire de 470 à 750 ch ; 4 patrouilleurs de 88 à 490 tonnes, propulsés par des moteurs Fiat, d'une puissance de 325 à 550 ch ;

Un patrouilleur de 340 tonnes, propulsé par un moteur Sulzer de 420 ch ; 1 ravitailleur de sous-marins de 5.745 tonnes, propulsé par deux moteurs Sulzer de 3.500 ch ; 5 pétroliers de 5.782 à 9.915 tonnes, propulsés chacun par deux moteurs Burmeister et Wain de 3.500 à 4.850 ch.

L'*Allemagne* possède : 1 bâtiment de ligne,

du bâtiment étant de 7.000 milles à la vitesse de 14,5 nœuds ;

Un bâtiment de service, le *Bremse*, pour l'Ecole de canonage, propulsé par huit moteurs Diesel, d'une puissance totale de 25.000 ch actionnant deux hélices et quelques petits bâtiments.

L'*Angleterre* possède : 1 monitor, le *Marshal Soult*, de 6.400 tonnes, propulsé par deux moteurs Diesel-Vickers d'une puissance totale de 1.500 ch ;

Un ravitailleur de sous-marins, le *Medway*, de 14.650 tonnes, propulsé par deux moteurs Diesel-Vickers-Man.

Les *Etats-Unis* ne possèdent aucun navire de combat propulsé par les moteurs Diesel.

L'*Italie*, enfin, possède 2 monitors de 505 tonnes et 2 monitors de 500 tonnes, propulsés par deux moteurs Diesel-Fiat d'une puissance totale de 700 ch.

En définitive, en dehors de l'Allemagne, qui s'est lancée dans la voie des applications du moteur Diesel à la propulsion des bâtiments de ligne et des croiseurs, assez timidement d'ailleurs, puisque, le *Deutschland* à part, elle a installé des moteurs Diesel sur les 4 croiseurs que nous avons mentionnés, surtout en vue de leur propulsion en croisière,

les autres grands pays ont jusqu'à présent limité les applications de ce type de moteur à un certain nombre de bâtiments de service (transports d'aéronefs ravitailleurs de sous-marins, pétroliers) et à un certain nombre de petits bâtiments (patrouilleurs et avisos).

En somme, seule la marine de guerre, du moins en ce qui concerne les navires de combat, à l'exception toutefois des sous-marins, bien entendu, paraît jusqu'à ce jour hésiter à adopter un type de moteur dont les applications dans les autres domaines d'utilisation aux fins de production de la force motrice (traction sur route et sur rails,

que possible et d'un entretien peu coûteux.

On conçoit que le poids du moteur soit une considération d'ordre secondaire ici, car il se chiffre par une petite fraction du poids mort du véhicule.

L'aviation requiert des moteurs les mêmes qualités que ci-dessus, mais en y adjoignant un grand rayon d'action et une grande légèreté, le poids du moteur, ici, grevant lourdement l'appareil.

La marine marchande requiert des moteurs aisés à mettre en marche et à manœuvrer, robustes, endurants, peu sujets aux pannes, aptes à toutes circonstances de mer

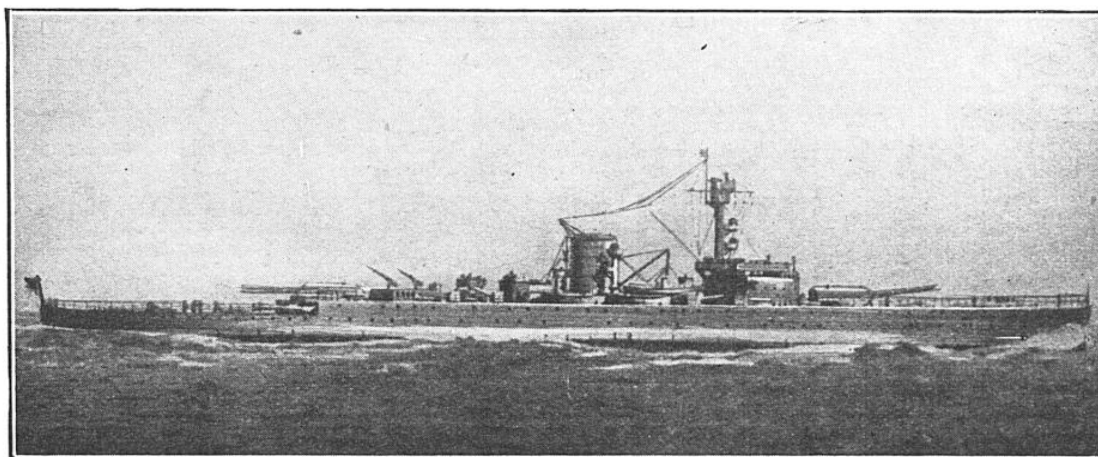


FIG. 5. — LE BÂTIMENT DE LIGNE ALLEMAND « DEUTSCHLAND », DE 10.000 TONNES, EST PROPULSÉ PAR DEUX GROUPES DE HUIT MOTEURS DIESEL DE 6.500 A 7.100 CH CHACUN

aviation, marine de commerce) se développent cependant de plus en plus.

Il semble *à priori* y avoir là une anomalie qu'il est intéressant d'élucider.

Les conditions d'utilisation du moteur Diesel dans les différents domaines de ses applications

En réalité, cette anomalie n'est qu'apparente, et ce sont des raisons sérieuses qui ont motivé jusqu'à ce jour les hésitations des divers pays à suivre la voie tracée par l'Allemagne pour les navires de combat.

Ces raisons seront rendues plus tangibles en examinant succinctement les conditions d'utilisation du moteur Diesel dans les différents domaines de ses applications sur terre, dans l'air, sur l'eau. La traction sur route requiert des moteurs aisés à mettre en marche, robustes, endurants, nerveux au moment des reprises, peu sujets à des arrêts accidentels, d'une exploitation économique avec des risques d'incendie aussi réduits

ou de séjour conduisant à une réduction des frais d'exploitation (personnel et combustible) et à un accroissement de port utile en lourd. Le poids est ici un peu secondaire en regard de la robustesse qui est, par contre, absolument impérative. Aussi, les installations Diesel destinées aux paquebots, cargos et pétroliers atteignent-elles des poids par cheval en général supérieurs à 60 kg et dépassant parfois 100 kilogrammes.

Toutes autres sont les conditions requises pour les installations de production de force motrice destinées à la propulsion des navires de la marine de guerre. Le déplacement, pour chaque catégorie de navire, est actuellement limité par les accords de Washington. On doit aussi tenir compte, dans une certaine mesure, de considérations d'ordre budgétaire. Dans ce déplacement, il faut loger le maximum de puissance militaire offensive (artillerie et matériel de torpillerie) et défensive (compartimentage et blindage de protection). Par ailleurs, pour assurer la bonne tenue,

la cohésion et les évolutions au cours du combat, chaque type de navire doit réaliser une vitesse aussi élevée que possible. Cette vitesse constitue même la seule protection des torpilleurs, des contre-torpilleurs et des croiseurs légers.

Ceci revient à dire que la marine de guerre requiert des installations de force motrice puissantes, tout en étant robustes et endurantes, occupant l'espace le plus réduit possible, d'un poids aussi faible que possible, d'un excellent rendement par ailleurs, puisque l'économie de combustible qui est liée au rendement se traduit ici, soit par une réduction du déplacement et, par conséquent, par une augmentation de la vitesse, à égalité de puissance militaire et du rayon d'action, soit par une augmentation de

principaux constructeurs actuels, des unités de 20.000 à 25.000 ch ayant de 10 à 12 cylindres et susceptibles de satisfaire aux conditions suivantes :

Encombrement approximatif par 100 ch.	en plan (m ²)	7 à 9
	en volume (m ³)	85
Poids par cheval effectif (kg)	17 à 19	
Consommation approximative par cheval-heure effectif.	à la puissance max. (kg)	0,180
	à la puis. de croisière (kg)	0,200

Comparaison au point de vue du poids

Il ressort nettement de ces considérations que, à puissance égale, le moteur Diesel lui-même est actuellement nettement plus lourd que l'installation vapeur, malgré l'allé-

Type de navire à vapeur	Encombrement approximatif par 100 ch		Poids approximatif par ch	Consommation approximative par cheval-heure effectif (kg)	
	en plan (m ²)	en volume (m ³)		à la puissance maximum	à l'allure de croisière
Torpilleurs	7	35 à 40	11 à 12	0 kg 400	0 kg 500
Contre-torpilleurs	7 à 7,5	50	12 à 13	—	—
Croiseurs	8 à 8,5	85	13 à 13	—	—

TABEAU 3. — CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DES MACHINERIES À VAPEUR RÉALISÉES DANS LES NAVIRES DE LA MARINE DE GUERRE FRANÇAISE

puissance militaire, à égalité du rayon d'action et de déplacement, donc de vitesse, soit par une augmentation du rayon d'action à égalité de puissance militaire et de déplacement, donc de vitesse.

Comparaison des installations de propulsion par turbines à vapeur et par moteurs Diesel, en matière de marine militaire

Grâce aux progrès incessants réalisés en matière de chaudières à petits tubes à grande production de vapeur et de turbines à vapeur, on a pu aboutir à des réalisations des plus intéressantes à bord des navires de la marine de guerre française, la puissance unitaire par ligne d'arbres ayant été poussée sensiblement au-dessus de 30.000 ch.

Ces réalisations sont concrétisées dans le tableau ci-dessus.

En ce qui concerne le moteur Diesel et en tablant sur les dernières conceptions de moteurs prototypes à deux temps simple et double effet, dotés de nombreux perfectionnements, tant au point de vue des dispositions générales touchant la nature des matériaux et leur mode de montage qu'au point de vue du cycle lui-même, une extrapolation permet d'envisager, aux dires des

gement considérable apporté à ce type de moteur en ce qui concerne son application aux navires de la marine de guerre relativement à ceux de la marine de commerce. L'excès de poids en ce qui concerne les grosses unités, par exemple, serait actuellement peu inférieur à 30 %.

Par contre, sa consommation spécifique de combustible est nettement moindre que celle d'une installation vapeur de puissance égale. La différence en faveur de l'installation Diesel atteint de 55 à 60 % suivant qu'on envisage la propulsion à la vitesse maximum ou bien la propulsion à la vitesse de croisière.

Pour être équitable, une comparaison entre les deux types d'installations ne peut, par conséquent, être effectuée qu'en tenant compte à la fois de ces deux considérations.

Le déplacement d'un navire est mesuré par la somme des poids qui entrent dans sa constitution (coque, protection, armement, propulsion, combustible).

Le déplacement normal est celui du navire en ordre de marche pour répondre à son programme maximum ; le déplacement en surcharge est celui du navire en ordre de marche pour répondre à son programme de croisière. Si on considère deux navires de même déplacement en surcharge, mais pro-

pulsés l'un par une installation vapeur, l'autre au moyen de moteurs Diesel, ils ne diffèrent que par la répartition entre l'appareil moteur et le combustible du poids total affecté à la propulsion et à l'approvisionnement de combustible.

L'approvisionnement de combustible est lui-même proportionnel au rayon d'action R imposé par le programme de croisière du navire, et par suite, plus ce rayon est grand, plus l'on tend à regagner sur le poids du combustible — quand on utilise le Diesel — ce que l'on perd d'autre part sur le poids de l'installation motrice. Il s'ensuit que pour un type de navire répondant à un programme donné, il existe une valeur du rayon d'action et une seule à partir de laquelle c'est le moteur Diesel qui constitue la meilleure solution.

Mais il convient de remarquer que cette comparaison, effectuée sur la base du déplacement en surcharge, n'est peut-être pas absolument équitable parce qu'elle favorise particulièrement la solution par moteur Diesel. Au fur et à mesure que l'approvisionnement du combustible en surcharge diminue en effet, et c'est le cas normal d'un navire qui a fait de la route avant d'arriver au combat, le déplacement tend vers sa valeur normale par réduction de l'approvisionnement de combustible. Or, dans le poids total affecté à la propulsion, l'un des termes demeure constant : c'est le poids de l'appareil moteur et évaporatoire. L'autre va en diminuant, c'est celui du combustible, et davantage pour l'installation vapeur que pour l'installation Diesel. Il suit de là que le déplacement normal du navire muni de l'installation vapeur est plus faible que celui du navire muni de l'installation en moteurs Diesel, ce qui permet au navire muni de l'installation vapeur de réaliser, à son déplacement normal, une vitesse plus grande et une distance franchissable plus élevée.

Cette réserve faite, la comparaison effectuée sur la base du déplacement en surcharge conduit, à égalité de poids affecté à la propulsion, à des rayons d'action qui, pour les torpilleurs et contre-torpilleurs dépassent largement les chiffres fixés par les programmes actuels de ces types de bâtiment et d'autant plus que le déplacement normal est plus faible.

Il n'en est pas de même en ce qui concerne les croiseurs et les croiseurs de combat, en raison de l'importance de l'approvisionnement de combustible en surcharge qui croît rapidement avec le déplacement du navire.

Comparaison au point de vue de l'encombrement

La comparaison au point de vue de l'encombrement, tant en surface qu'en volume, est actuellement visiblement en faveur de l'installation vapeur en ce qui concerne les torpilleurs et les contre-torpilleurs.

Les deux solutions paraissent, au contraire, actuellement, sensiblement équivalentes au point de vue de l'encombrement en volume en ce qui concerne les croiseurs et les croiseurs de combat, la solution vapeur semblant par ailleurs avoir un encombrement en surface plutôt un peu plus faible.

Comparaison au point de vue des possibilités de réalisations actuelles et de la sécurité de fonctionnement

C'est un fait qu'actuellement on peut envisager des installations vapeur dépassant largement 25.000 ch par ligne d'arbre, avec une sécurité réelle de fonctionnement en raison de l'évolution progressive et méthodique des appareils évaporatoires et des turbines à vapeur, les turbines présentant, en particulier l'appréciable avantage d'un minimum d'organes soumis au frottement et de ne pas mettre en jeu des forces d'inertie dangereuses lorsque les rotors ont été soigneusement équilibrés, ce qui est actuellement de pratique courante.

Il faut reconnaître que, malgré une évolution particulièrement rapide au cours de ces dernières années, marquée plus particulièrement par l'emploi du « deux temps » simple ou double effet combiné avec l'injection mécanique, par des progrès nouveaux dans le choix des matériaux et le mode de liaison des diverses parties du moteur, la puissance des moteurs Diesel construits jusqu'à ce jour n'a pas dépassé 22.500 ch, encore s'agit-il d'un moteur à terre, c'est-à-dire dont le poids par cheval est probablement très supérieur à 19 kilogrammes.

Certes, les constructeurs envisagent dès maintenant des unités marines développant 25.000 ch et dont le poids se tiendra, semble-t-il, dans les limites de 17 à 19 kilogrammes, mais seuls, actuellement, des prototypes de ces moteurs ne comportant que trois cylindres ont été construits. Les essais en usine ont bien été satisfaisants, mais leur durée relativement courte ne permet pas encore de juger avec certitude de leur robustesse et de leur endurance qui doivent cependant constituer l'une des qualités primordiales de tout moteur marin et plus spécialement de tout moteur destiné à propulser un navire.

de guerre. Il ne faut pas oublier, en effet, que le moteur Diesel comporte un grand nombre d'organes soumis au frottement (paliers, crosses de pistons et parfois pistons) ainsi qu'un grand nombre d'organes plus ou moins faciles à équilibrer, qui constituent autant de sources éventuelles d'avaries.

De quelques caractéristiques diverses

L'installation Diesel présente, d'autre part, quelques avantages particuliers que n'ont pas mis en lumière les considérations qui précèdent. Elle conduit, en effet, à une réduction de la section totale des orifices nécessaires pour l'évacuation des gaz brûlés, avantage en partie compensé, d'ailleurs, par un plus grand nombre de ces orifices, et à une moindre différence entre les déplacements légers et en surcharge, ce qui est avantageux en ce qui concerne la protection du navire. Enfin les consommations de combustible en service de l'installation Diesel se maintiennent plus aisément que celle de l'installation vapeur au voisinage des chiffres relevés au cours des essais de recette, ce qui permet de réaliser toujours sensiblement le rayon d'action fixé au programme du navire.

Que conclure ?

Bien que l'essor du moteur Diesel ait été prodigieux, particulièrement au cours de ces dernières années, le développement de ses applications n'a pas été aussi rapide dans tous les domaines où son utilisation aux fins de force motrice peut être envisagée.

C'est parce que cette utilisation posait des conditions souvent très différentes suivant l'application envisagée et plus ou moins aisément réalisables avec ce type de moteur. En raison des qualités des installations actuelles vapeur (poids par cheval effectif plus faible, puissance unitaire réalisée plus élevée, sécurité de fonctionnement plus grande) et malgré ses inconvénients (consommation de combustible plus grandes et plus difficiles à maintenir en service au voisinage des chiffres relevés aux essais de recette, section totale des orifices d'évacuation des gaz brûlés plus élevée, protection moins aisément assurée en raison de la plus grande différence entre les tirants d'eau légers et en surcharge), il n'est pas étonnant que, exception faite de la marine allemande, les marines de guerre des divers pays et particulièrement la marine française, aient semblé et paraissent actuellement encore hésiter à installer des moteurs Diesel sur les croiseurs

et les croiseurs de combat, seuls types de navires, cependant, sur lesquels cette installation serait actuellement susceptible de présenter des avantages réels par rapport à l'installation vapeur.

La marine de guerre française a fait preuve, en pareille matière, d'une très louable prudence.

Il se peut, cependant, que sa décision ne soit pas définitive, encore qu'il soit bien difficile actuellement de faire des prévisions certaines en faveur de l'un ou l'autre des deux types d'installation en jeu, en raison des nouveaux et constants progrès dont ils bénéficient chaque jour.

D'autre part, en effet, il est fort possible que des essais prolongés effectués sur les moteurs Diesel, prototypes les plus puissants construits jusqu'à ce jour, confirment les espoirs qu'on a fondés sur eux et incitent les constructeurs à concevoir plus largement encore pour aboutir à des unités dépassant largement 25.000 ch, en particulier en étudiant attentivement les phénomènes dont le cylindre moteur est le siège immédiatement avant et pendant la combustion, puis en étendant aux moteurs à deux temps le bénéfice de la suralimentation par turbo-compresseurs d'air fonctionnant sur les gaz d'échappement du moteur avec échappement anticipé, ce qui, nous l'avons montré au cours de nos études personnelles, est susceptible de conduire, moyennant un supplément de poids peu important, à un accroissement de puissance voisin de 30 %, soit de 8.000 ch environ pour une puissance unitaire de 25.000 ch.

D'autre part, l'adoption envisagée actuellement de hautes pressions de vapeur alimentant des turbines appropriées, permettra d'accroître notablement la puissance unitaire des installations vapeur, cependant déjà plus élevée que celle des installations Diesel et d'améliorer leur rendement, c'est-à-dire de réduire leur consommation de combustible, qui est, à vrai dire, actuellement leur seule infériorité.

Il est donc vraisemblable que nous allons assister à une lutte des plus intéressantes entre les techniciens de la vapeur et les techniciens du moteur Diesel, lutte dont les résultats paraissent actuellement impossibles à pronostiquer, mais qui seront certainement fertiles en enseignements de toutes sortes et dont bénéficiera à coup sûr la marine marchande.

E. GAUTIER.

VOICI UN PROPULSEUR DE NAVIRES QUI SUPPRIME HÉLICE ET GOUVERNAIL

Par Jean BODET

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Quel que soit le soin apporté au tracé des hélices et du gouvernail, ces organes, avec leurs accessoires faisant saillie sur la coque des navires, développent des résistances parasites influant fâcheusement sur le rendement total de la propulsion. Nous décrivons ici un nouveau type de propulseur, tenant lieu à la fois d'hélice et de gouvernail, qui a permis d'atteindre aux essais un rendement de 80 %, ce qui réalise un avantage que l'on peut évaluer à 15 % par rapport aux dispositifs actuellement employés. Jusqu'à présent, ce propulseur n'a été mis en œuvre que sur des remorqueurs ou des navires à passagers de faible tonnage (200 tonnes environ).

Les défauts de l'hélice et du gouvernail

LE dispositif le plus perfectionné dont nous disposions jusqu'à maintenant pour la propulsion des navires était l'hélice et, pour leur direction, le gouvernail. Ces deux organes ne sont pas cependant sans présenter de graves défauts que par des études très poussées on s'efforce de réduire sans parvenir à les éliminer entièrement, car ils tiennent à leur nature même.

Aussi, bien que le rendement d'une hélice convenablement dessinée et dimensionnée puisse atteindre des valeurs assez élevées, tous les accessoires indispensables formant saillies sur la coque, gaine d'arbre et support d'hélice, étambot, supports de gouvernail et gouvernail lui-même développent des résistances parasites qui influencent fâcheusement l'économie globale de la propulsion. D'ailleurs, seules les portées moyennes des pales travaillent efficacement ; les parties voisines du moyeu et le moyeu lui-même, ainsi que les pointes des pales, ont relativement peu d'effet.

Pour ce qui concerne le gouvernail, on

peut lui faire le grave reproche de n'avoir d'action que si le bâtiment est animé d'une vitesse suffisante. Même à pleine vitesse, la composante transversale de l'effort développé par le gouvernail n'est qu'une faible fraction de la force propulsive, et les changements de direction sont ainsi relativement lents, surtout pour des unités de fort tonnage, ce qui rend difficile les manœuvres.

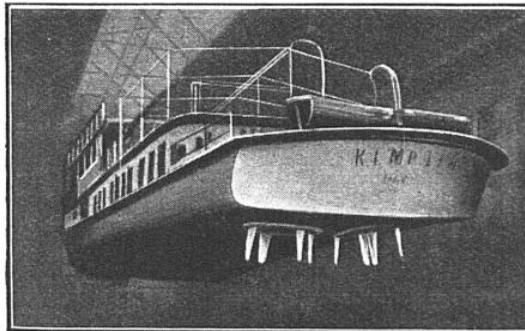


FIG. 1. — UN DES PROPULSEURS DU « KEMPTEN », BATEAU A PASSAGERS EN SERVICE SUR LE LAC DE CONSTANCE

Ce propulseur comporte quatre pales de 80 centimètres de longueur réparties sur une circonférence de 1 m 60 de diamètre : il est mû par un moteur Diesel rapide de 200 ch. Le Kempten possède deux tels propulseurs, disposés l'un à bâbord, l'autre à tribord.

Le nouveau propulseur Voith-Schneider

Pour remédier à ces inconvénients, on a été amené à imaginer un nouveau système de propulsion, dans lequel un seul organe réunit les fonctions jusqu'ici séparées de propulsion et de direction, et permet de supprimer toutes les résistances parasites dont on n'avait pu se débarrasser jusqu'ici.

Dans ce nouveau système, le propulseur proprement dit se compose d'un certain nombre de lames métalliques profilées disposées à peu près verticalement autour d'un cercle comme le montre la figure 1 et animées d'un mouvement de rotation d'ensemble autour de l'axe central. Ces aubes, qui ont la forme générale d'une aile d'avion,

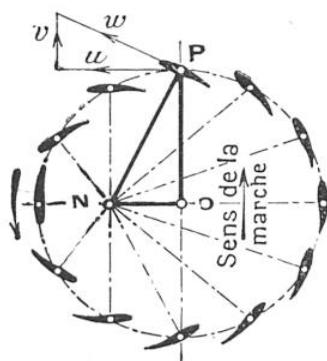


FIG. 2. — SCHÉMA DE PRINCIPE DU MOUVEMENT DES AUBES

Le navire est animé de la vitesse v , et les pales de la vitesse périphérique v autour de O. Pour que les pales soient constamment orientées dans la direction de leur vitesse relative par rapport à l'eau, il faut que la normale à leur direction passe constamment par un point fixe N, appelé « centre de direction ».

La longueur ON, qui représente l'avancement à chaque tour, correspond au « pas » du propulseur.

sont les seules parties immergées de tout l'appareil propulseur et directeur. Aucun accessoire ne vient engendrer de résistance supplémentaire et la forme de la coque peut être celle qui offre le minimum de résistance à l'avancement.

Voyons maintenant comment fonctionne le propulseur. Supposons que le bâtiment soit animé d'une certaine vitesse, les aubes doivent, dans leur mouvement de rotation, être constamment orientées de la manière la plus favorable par rapport aux filets d'eau qui l'entourent et, par conséquent, il faut qu'elles exécutent, autour de l'axe vertical qui leur est propre, des oscillations en phase avec le mouvement de rotation de l'ensemble. La figure 2 montre les positions successives que doit occuper une aube pour être cons-

tamment dirigée dans le sens de la vitesse relative des filets d'eau par rapport à elle. Le bâtiment est supposé se déplacer de bas en haut avec la vitesse v et les aubes se mouvoir autour du point O avec la vitesse périphérique u , dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Pour l'aube qui est en P, ces deux vitesses se composent pour donner la vitesse relative de l'eau w , suivant laquelle doit être orientée l'aube P. Dans ces conditions, la normale à cette direction vient couper l'axe transversal passant par O en un point N. On démontrerait géométriquement avec une grande facilité que ce point N est le même pour toutes les aubes, quelle que

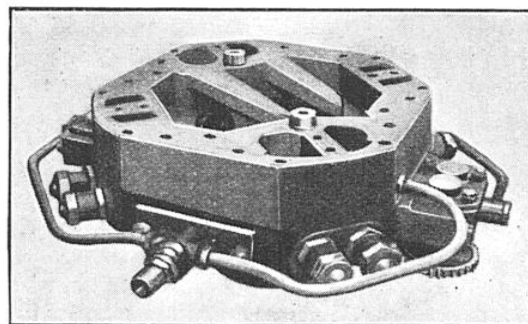


FIG. 4. — DISTRIBUTEUR COMMANDANT LES OSCILLATIONS DES PALES PAR L'INTERMÉDIAIRE D'HUILE SOUS PRESSION

soit leur position sur la circonférence, pourvu que les deux vitesses, v et u , vitesse générale d'entraînement ou vitesse du bâtiment et vitesse périphérique des aubes, restent les mêmes. Nous appellerons le point N centre de direction et la distance ON, qui représente l'avancement à chaque tour du propulseur, le « pas ».

Ce résultat est très intéressant, car il fournit un moyen très simple de réaliser un guidage parfait des aubes du propulseur, uniquement en faisant passer les tiges rigides solidarisées des aubes par un même point. Un tel dispositif mécanique était réalisé dans les premiers propulseurs Voith-Schneider. Avec un autre système, mis au point plus récemment, le mouvement d'oscillation des pales est produit par un appareil distributeur calé sur l'extrémité supérieure de l'arbre principal, et est transmis aux pales au moyen d'huile sous pression (fig. 3 et 4).

Sur le schéma figure 3, le seul point fixe est le centre de direction, l'ensemble des organes étant animé d'un mouvement de rotation autour de l'axe du propulseur. Mais, pour étudier le mouvement relatif des

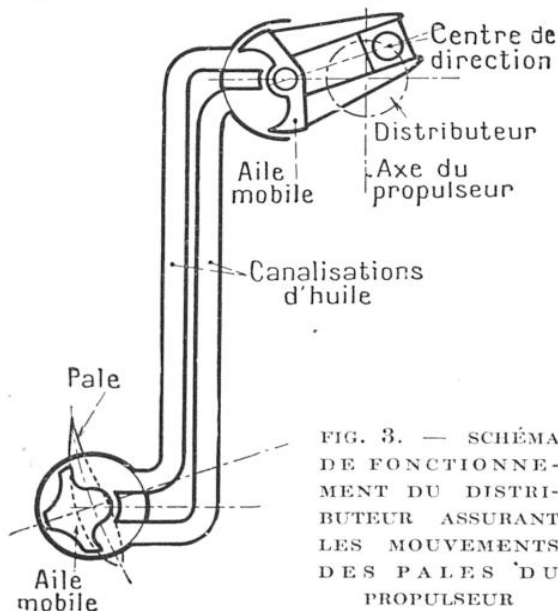


FIG. 3. — SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT DU DISTRIBUTEUR ASSURANT LES MOUVEMENTS DES PALES DU PROPULSEUR

pales, il est plus simple de supposer, tout le reste demeurant fixe, que le centre de direction décrit le cercle pointillé, ce qui ne change rien au résultat.

A chaque pale du propulseur correspond, dans le distributeur, une aile mobile dont l'orientation est déterminée par la position du centre de direction. Ces changements d'orientation sont transmis par les canalisations d'huile logées dans l'arbre à un organe analogue dans le propulseur, organe auquel est reliée la pale correspondante.

Des soupapes de sûreté, non représentées sur le schéma, sont disposées sur les canalisations d'huile et s'ouvrent si, pour une raison quelconque, une aube ne peut exécuter correctement son mouvement. Dans ces conditions une aube peut donc cesser momentanément, ou d'une façon permanente, son mouvement oscillatoire, sans qu'il se produise une rupture du mécanisme ou que le mouvement des autres pales en soit influencé.

Nous avons vu que, le bâtiment étant animé d'une certaine vitesse en avant, le centre de direction du propulseur se trouve sur la gauche. Réciproquement, si le bâtiment est immobile et si le centre de direction N est au point O , le navire reste immobile, quel que soit le nombre de tours du propulseur. Pour la marche en avant, il suffit de déplacer N vers la gauche et, pour la

marche arrière, vers la droite.

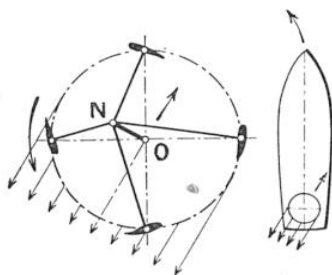


FIG. 6. — LES VIRAGES A GAUCHE OU A DROITES S'EFFECTUENT EN DÉPLAÇANT LE CENTRE DE DIRECTION DU PROPULSEUR, OBLIQUEMENT, VERS L'AVANT OU L'ARRIÈRE DU NAVIRE

Mais rien n'astreint le centre de direction à demeurer sur l'axe transverse. Nous pouvons lui faire occuper toutes les positions possibles dans le plan de la figure. Alors, comme le montre la figure 6, l'effort s'exercera obliquement et le propulseur rem-

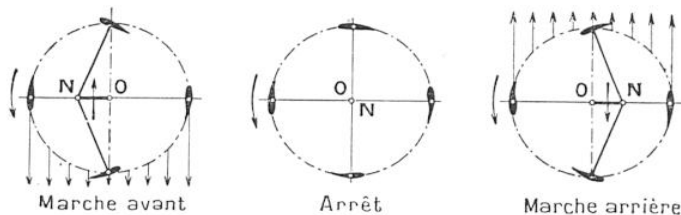


FIG. 5. — PAR UN SIMPLE DÉPLACEMENT DU POINT N (CENTRE DE DIRECTION), ON PASSE DE L'ARRÊT (AU CENTRE) A LA MARCHÉ AVANT (A GAUCHE), OU ARRIÈRE (A DROITE), SANS FAIRE VARIER LE SENS DE ROTATION NI LE NOMBRE DE TOURS DU PROPULSEUR

placera le gouvernail, avec cet avantage que l'action directrice s'exercera *même le bâtiment étant à l'arrêt.*

Le bateau, même aux vitesses les plus réduites, répond avec une grande souplesse au

moindre coup de barre de sorte que toutes les manœuvres de port, même les plus difficiles, peuvent être exécutées par ses propres moyens avec une grande précision.

Tous les changements dans la direction et la grandeur de l'effort développé par le propulseur s'obtiennent uniquement en déplaçant le centre de direction et nullement en faisant varier la vitesse de rotation des pales. Par conséquent, les machines peuvent, quelle que soit la manœuvre effectuée et quelle que soit la vitesse du bâtiment, tourner au nombre de tours optimum. Il suffit de les munir d'un régulateur automatique maintenant la vitesse constante et permettant d'ajuster leur consommation à la charge qu'elles développent. Toutes les opérations pour la conduite du bâtiment sont ainsi réduites à la manœuvre d'un volant pour la direction et d'un levier pour les vitesses. Un seul homme y suffit.

Le rendement hydraulique du propulseur varie naturellement avec la charge, la vitesse et le « pas » tel que nous l'avons défini plus haut. Mais ce dernier est essentiellement variable et, par conséquent, on peut, dans chaque cas, lui donner la valeur la plus favorable au point de vue rendement. Cette circonstance est appréciable pour tous les bâtiments appelés à fonctionner dans des conditions très variées, comme, par exemple, les remorqueurs.

Les essais à modèles réduits poursuivis au bassin des carènes de Vienne (1), ont montré que le rendement pouvait, dans certains cas, atteindre jusqu'à 80 % pour

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 195, page 195.

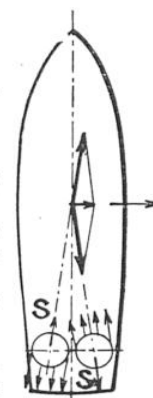


FIG. 7. — COMMENT, EN COMBINANT LES ACTIONS DE DEUX PROPULSEURS, ON OBTIENT UN MOUVEMENT DE TRANSLATION LATÉRALE DU BATIMENT

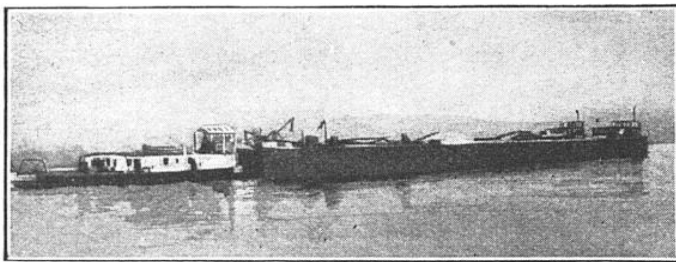


FIG. 8. — LE REMORQUEUR « UHU », D'UNE PUISSANCE DE 700 CH, MUNI DE PROPULSEURS VOITH-SCHNEIDER, « POUSSANT » DEUX PÉNICHES SUR LE DANUBE

le propulseur, seul chiffre record obtenu.

Dans la pratique, les avantages sont surtout marqués pour des bâtiments spéciaux, comme les remorqueurs ou les navires appelés à naviguer en eau très peu profonde. Ils sont moins évidents pour des bâtiments fins et rapides, avec lesquels les hélices ordinaires fonctionnent dans de bonnes conditions.

Le premier bateau équipé d'un propulseur Voith-Schneider fut un canot automobile muni d'un moteur de 60 ch. Depuis 1928, il fonctionne régulièrement en donnant toute satisfaction. Mais le premier bâtiment de quelque importance auquel le système fut appliqué fut le remorqueur *Uhu*, en service sur le Danube. Ce remorqueur de 700 ch est conçu non pour tirer les péniches, mais pour les pousser. Deux propulseurs de chacun six pales de 1 mètre de longueur, lui permettent d'effectuer avec aisance les manœuvres les plus compliquées.

Vinrent ensuite trois navires pour passagers : le *Kempen*, l'*Augsbourg* et le *Ravensburg*, en service pour le compte des chemins de fer allemands sur le lac de Cons-

tance. Ils ont un déplacement de 230 tonnes et peuvent transporter 400 passagers. Ils sont munis de deux propulseurs actionnés chacun par un moteur Diesel de 200 ch.

Citons enfin un autre bateau pour passagers, le *Baden*, de 210 ch, un bateau d'inspection, le *Benthage* (40 ch), un bac pour le port de Pillau (55 ch) et une embarcation de port pour Hambourg (50 ch). On remarque la grande diversité de ces types de bâtiments. Ils cor-

respondent aux principales qualités que nous avons mises en évidence pour ce nouveau propulseur, au premier rang desquelles il faut placer la facilité de manœuvre et les économies dans la construction, tant

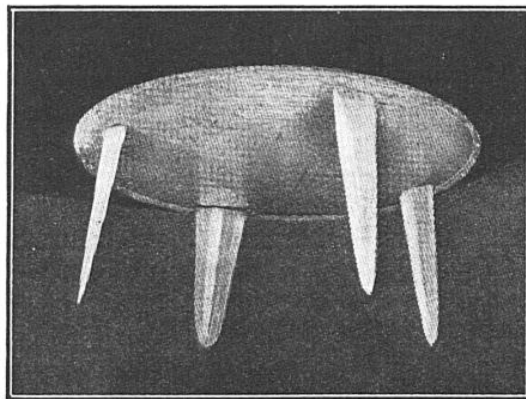


FIG. 10. — PROPULSEUR A QUATRE PALES POUR UN BATEAU A PASSAGERS DEVELOPPANT UNE PUISSANCE MOTRICE DE 200 CH

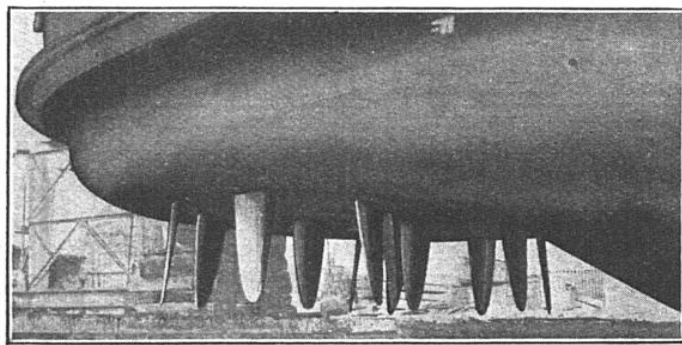


FIG. 9. — POUPE DU REMORQUEUR « UHU » MONTRANT LA DISPOSITION DES DEUX PROPULSEURS

Chacun des propulseurs comporte six pales de 1 mètre de long, réparties sur une circonférence de 2^m 10 de diamètre.

de la coque que de la machinerie.

Ainsi la technique évolue sans cesse. Après les roues à aubes, en usage encore sur certains bateaux, ce fut l'avènement de l'hélice, dont on a fêté le centenaire l'année dernière. Mais le gouvernail n'avait pas encore été remplacé. Aujourd'hui, le même dispositif est capable de propulser et de diriger les navires en donnant une remarquable aisance dans la manœuvre. Il ne semble pas, toutefois, que ce propulseur ne puisse être appliqué de longtemps aux paquebots de fort tonnage.

J. BODET.

LES MATIÈRES PREMIÈRES SONT A LA BASE DE L'ESSOR INDUSTRIEL DE L'AMÉRIQUE

Par Camille MATIGNON

MEMBRE DE L'INSTITUT, PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

La période troublée — économiquement parlant — que traverse le monde, a suscité, dans tous les pays, d'âpres discussions sur les moyens les plus aptes à favoriser le retour d'une situation normale. Il est cependant un point capital auquel on n'a peut-être pas attaché toute l'importance qu'il mérite : la répartition comparée des matières premières en Amérique et en Europe, bases de toute l'industrie moderne. A cet égard, l'Amérique du Nord apparaît comme particulièrement favorisée, qu'il s'agisse, soit des combustibles (houille, pétrole), soit des minerais les plus variés (fer, aluminium, zinc, plomb, cuivre, etc.). Il en est de même pour les marchés des céréales et du coton, qui sont régis par les Américains. Seuls, les engrais naturels font exception, grâce aux importants gisements de phosphates de l'Afrique du Nord (contrôlés par des sociétés européennes) et aux potasses d'Alsace et de Stassfurt (Allemagne). C'est une telle supériorité d'approvisionnement en matières premières qui a autorisé l'Amérique à concevoir les entreprises les plus gigantesques et les plus hardies. La prospérité industrielle d'un grand peuple ne repose-t-elle pas — avant tout — sur l'abondance de ses richesses naturelles ?

LA crise économique a provoqué les études les plus variées pour en rechercher les causes, en prévoir la durée, ainsi que les moyens de retour à une situation plus saine.

Il est un facteur important dont on ne tient généralement pas compte au cours de ces exposés et de ces discussions, c'est l'inégalité de la répartition des matières premières dans les différentes nations ou les différentes régions.

Je voudrais, dans cet article, entreprendre un examen comparatif des bases fondamentales de l'industrie en Europe et aux Etats-Unis et de l'état actuel de ces industries. J'utiliserai, dans cette étude, les dernières statistiques recueillies jusqu'à la fin de l'année 1929, qui correspond au record du développement économique. Mes conclusions seront indépendantes de l'état de prospérité exceptionnelle de l'après-guerre, et les rapports de comparaison subsisteront à l'échelle réduite vers laquelle s'équilibrera maintenant la marche de l'industrie.

L'Europe compte actuellement environ 478 millions d'habitants, y compris 100 millions de Russes, contre 118 millions de citoyens américains répartis respectivement sur des superficies de 9.732.250 kilomètres carrés et 9.212.300 kilomètres carrés, c'est-à-dire que, sur une superficie sensiblement

la même, la population est quatre fois plus nombreuse en Europe qu'aux Etats-Unis.

Les combustibles, matière première essentielle de l'industrie

Les combustibles constituent la matière première essentielle de l'industrie. Un pays ne peut être un grand pays industriel s'il ne contient de la houille dans son sol. Une nation sans charbon reste toujours, pour les matières premières nécessaires à la construction, c'est-à-dire le fer, la fonte et les aciers, sous la dépendance de voisins plus favorisés.

Quelles sont les réserves probables des Etats-Unis et de l'Europe en combustibles solides ?

Les évaluations de ces réserves, établies avec la collaboration des services géologiques et des ingénieurs compétents de la plupart des contrées du globe, correspondent donc à l'état des connaissances géologiques de l'époque. Sans attacher à ces données une précision à laquelle elles ne peuvent prétendre, elles nous fournissent cependant une approximation au moins grossière de la valeur des réserves en combustibles.

Les réserves probables et possibles de houille et de lignite ont été totalisées pour les Etats-Unis à 3.840 milliards de tonnes, contre 785 milliards pour l'Europe. Si l'on

envisage en même temps la réserve mondiale, estimée à 7.400 milliards, on en déduit que les Etats-Unis détiennent plus de la moitié de la houille du monde entier, tandis que le sous-sol européen n'en contient que le dixième. On entrevoit de suite combien l'avenir industriel des Etats-Unis se trouve avantage vis-à-vis de celui de ses concurrents.

La production mondiale de la houille

pectivement le *pain* de leur industrie pendant des périodes de 7.000 et 1.300 ans.

En outre, toutes les réserves houillères correspondent à des conditions d'exploitation qui ne sont pas comparables, de sorte que chacune d'elles devrait être affectée d'un coefficient particulier. A l'heure actuelle, tous les avantages sont en faveur des mines américaines. Les houillères françaises sont

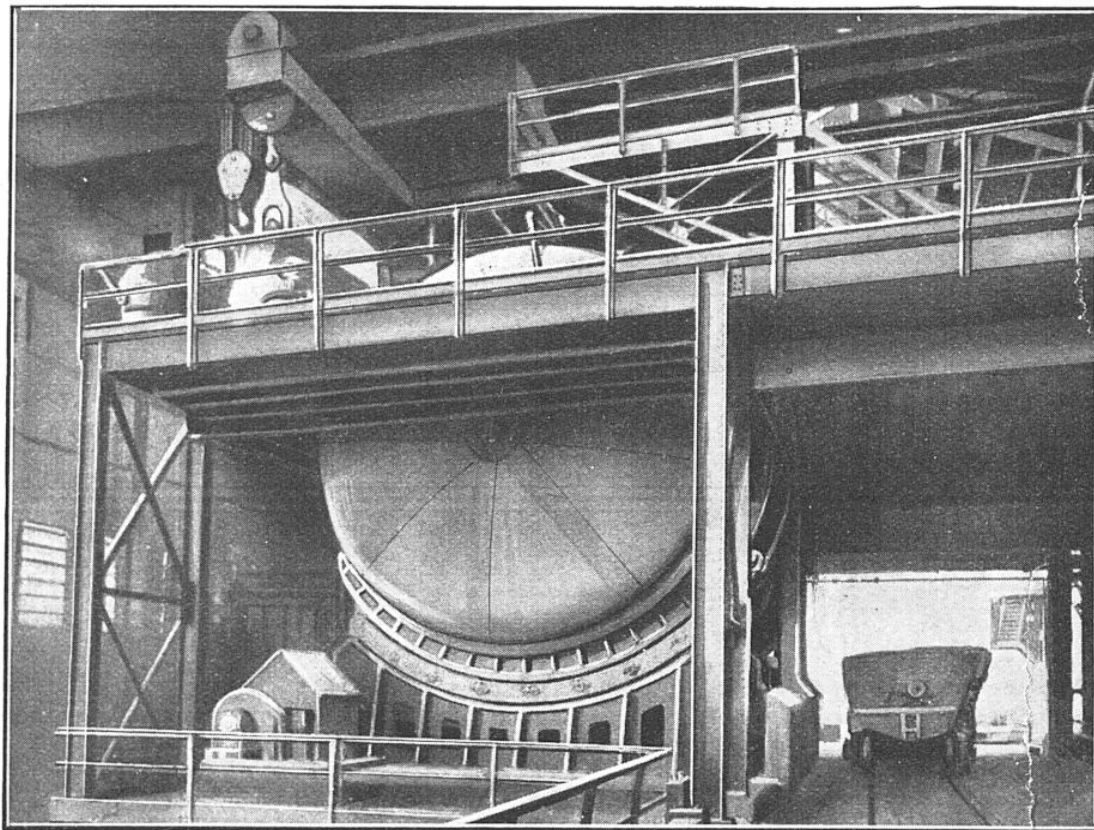


FIG. 1. — A GARY, CAPITALE DE L'ACIER (ÉTATS-UNIS), 52 FOURS A FOYER OUVERT PRODUISENT 5 MILLIONS DE TONNES D'ACIER PAR AN (VOIR « LA SCIENCE ET LA VIE », N° 180, PAGE 477)

Voici un des mélangeurs de 1.200 tonnes utilisés pour les fours à acier à foyer ouvert.

était, en 1929, de l'ordre de 1.250 millions de tonnes par an, dont 605 pour l'Europe et 545 pour les Etats-Unis. Si, au cours des dernières années, un ralentissement marqué s'est manifesté dans la consommation, il n'en est pas moins certain que les courbes de production et de consommation en fonction du temps reprendront un jour ou l'autre leur marche ascendante. En admettant cependant que production et consommation se stabilisent avec les valeurs de 1929, on en déduit que les Etats-Unis et l'Europe pourraient, avec leurs réserves, assurer res-

formées par des bancs de peu d'épaisseur, souvent à d'assez grandes profondeurs, tandis que les mines d'outre-Atlantique forment généralement des veines puissantes à de faibles profondeurs. Il en résulte, pour un même tonnage, une dépense d'extraction beaucoup moindre.

Voici des chiffres susceptibles de montrer comment l'amélioration des méthodes de travail et le développement de l'outillage mécanique ont permis d'augmenter, aux Etats-Unis, le rendement par homme et par journée de travail.

De 1923 à 1930, le rendement s'est accru de 40 %, alors que, pendant la même période, il diminuait chez nous de plus de 3 %. Il est actuellement, en France, de 730 kilogrammes contre 1.490 kilogrammes dans la Ruhr, 1.100 kilogrammes en Grande-Bretagne, 1.230 aux Pays-Bas, et un nombre plus élevé pour l'Amérique du Nord, difficile d'ailleurs à préciser, les statistiques n'étant pas comparables par suite d'un mode différent d'évaluation.

Les Américains du Nord sont donc extrê-

Je n'envisagerai donc que la production.

Les Etats-Unis ont extrait, en 1929, 127 millions de tonnes de pétrole brut, tandis que la production européenne ne dépassait pas 16 millions de tonnes. Il est vrai que, dans ces dernières années, ces deux productions ont varié en sens contraire : la Russie a développé sa production, tandis que les pétroliers américains, au contraire, abaissaient sensiblement la leur.

On se rendra compte de l'importance de cette source américaine de combustible en

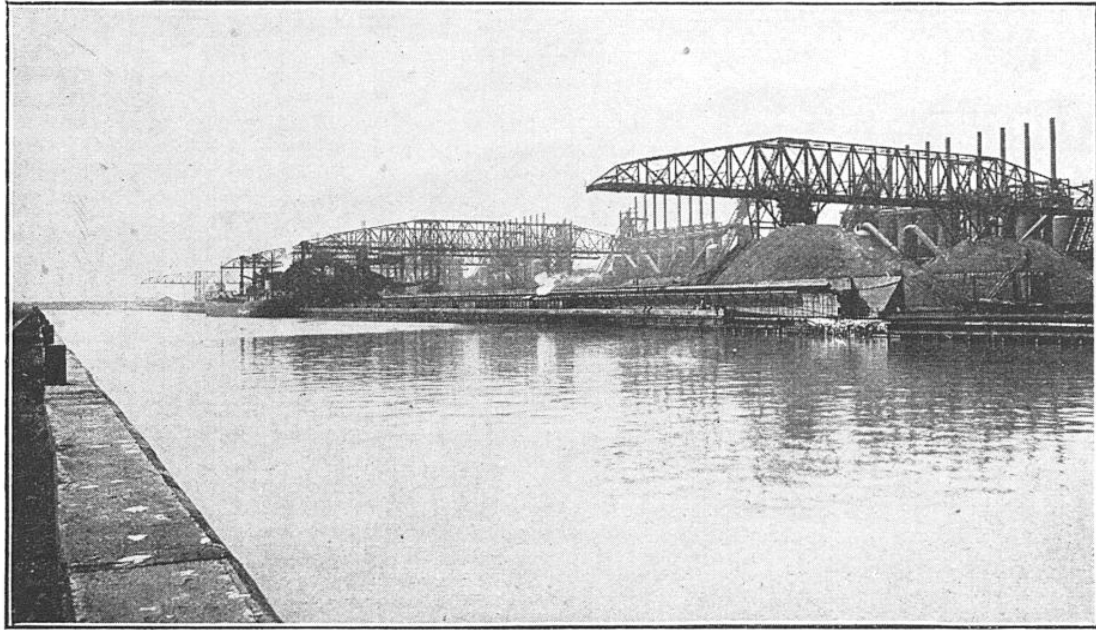


FIG. 2. — LE CANAL DE 2 KM DE LONG, CAPABLE DE RECEVOIR DES CARGOS DE 12.000 TONNES, QUI A ÉTÉ CRÉÉ A GARY (PRÈS DU LAC MICHIGAN) POUR LE DÉCHARGEMENT DES MINÉRAIS

mement avantageés, par rapport aux Européens, avec la supériorité de leur provision en combustible solide.

Cette supériorité, nous allons la retrouver également dans leurs gisements en combustibles liquides.

Il est à peu près impossible d'émettre une opinion sérieuse sur la réserve de pétrole d'un pays. Ce combustible ne se trouve généralement pas dans les milieux où il a pris naissance. Sous l'influence de la pression, il chemine de bas en haut, à travers les terrains poreux et les failles, pour s'arrêter sous les dômes et les anticlinaux formés par des terrains compacts et imperméables. Cette genèse très particulière des gisements pétroliers rend fort difficile leur recherche et, à fortiori, l'évaluation de leur importance.

comparant son énergie calorifique à l'énergie contenue dans le charbon européen.

Les 127 millions de tonnes de pétrole équivalent théoriquement à plus du quart de calories contenues dans les 605 millions de tonnes de charbon extraites chaque année du sous-sol européen. La motorisation, basée sur l'emploi de l'essence ou des huiles lourdes, dans le moteur à explosion ou à combustion interne, est donc, pour la plus grande partie tout au moins, momentanément sous la dépendance du pétrole américain.

Il est probable que l'Amérique ne conservera pas, dans un avenir plus ou moins éloigné, sa situation prépondérante dans la production minérale du pétrole, car la Perse, l'Asie Mineure, l'Afghanistan sont

bien loin de nous avoir dévoilé toutes leurs richesses en pétrole.

Les premiers sondages effectués dans les régions de Mossoul ont donné des puits jaillissants d'une puissance exceptionnelle. L'existence probable d'immenses et nouvelles ressources nous est ainsi révélée.

La grande métallurgie : Fontes, fers et aciers

L'industrie qui consomme le plus de charbon est, sans conteste, la grande métal

kilogrammes de charbon ; une industrie métallurgique sera donc grandement facilitée par le voisinage à la fois des mines de fer et des mines de houille.

Examinons donc la valeur des réserves en minerais de fer. Les géologues attribuent aux réserves les chiffres suivants, en millions de tonnes :

	Actuelles	Probables	Total
Europe	4.700	12.000	16.700
Etats-Unis	2.300	37.000	39.300
Mondiales	19.200	53.000	72.200

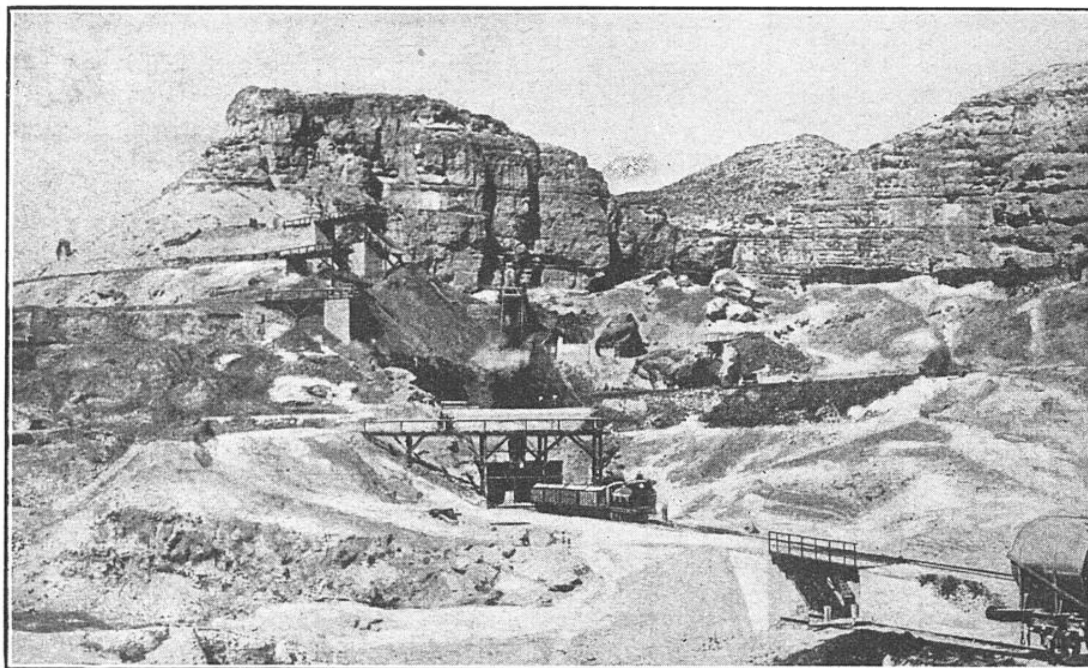


FIG. 3. — VOICI UNE EXPLOITATION MODERNE DE PHOSPHATES, PRÈS DE GAFSA (TUNISIE)

lurgie, qui élabore les fontes, fers et aciers.

L'acier est la matière première fondamentale utilisée dans toutes les constructions mécaniques, et si l'industrie a réalisé, depuis plus de cinquante ans, des progrès à une allure véritablement vertigineuse, le point de départ en est surtout dans la découverte de procédés qui ont permis la fabrication de centaines de tonnes d'acier en une seule opération et donné ainsi à l'industrie métallurgique une capacité de production jusque-là insoupçonnée, avec un abaissement correspondant des prix de revient.

La fabrication de la fonte et des aciers consomme du charbon et du minerai de fer.

Pour produire une tonne d'acier, on peut admettre en moyenne une consommation de 2.000 kilogrammes de minerais et 1.600

L'étude actuelle des terrains miniers jusqu'ici reconnus donne encore la suprématie aux Etats-Unis et, pour la puissance totale tant reconnue que probable, attribue aux Américains du Nord 62 % des réserves mondiales en minerai de fer, contre 26 % pour l'Europe.

Avec une consommation respective de 76 et 90 millions de tonnes de minerai de fer par an, les Etats-Unis et l'Europe pourraient alimenter leurs hauts fourneaux pendant 500 et 190 ans, par l'utilisation de leurs réserves connues et probables.

Une remarque s'impose ici. Les gisements de fer sont appelés à s'épuiser beaucoup plus rapidement que les gisements de houille. On conçoit, par suite, l'avantage que peut présenter dès maintenant, pour une société

métallurgique, la propriété d'importantes mines de fer et l'on comprend aussi tout l'intérêt qui s'attache à la recherche de nouveaux gisements.

Les engrais et l'économie mondiale

Les engrais tiennent chaque jour une place plus importante dans l'économie mondiale. Les engrais phosphatés et potassiques trouvent leur matière première dans

banes d'une richesse exceptionnelle et d'une exploitation facile. Les Etats-Unis, avec leurs phosphates de la Floride, avaient été les seuls à posséder des gisements aussi riches avant la découverte des mines marocaines, mais leurs réserves sont inférieures à celles de l'Afrique.

Le tableau suivant nous indique le montant des réserves, évaluées en millions de tonnes de leur élément actif, l'anhydride phosphorique : $P^2 O^5$.

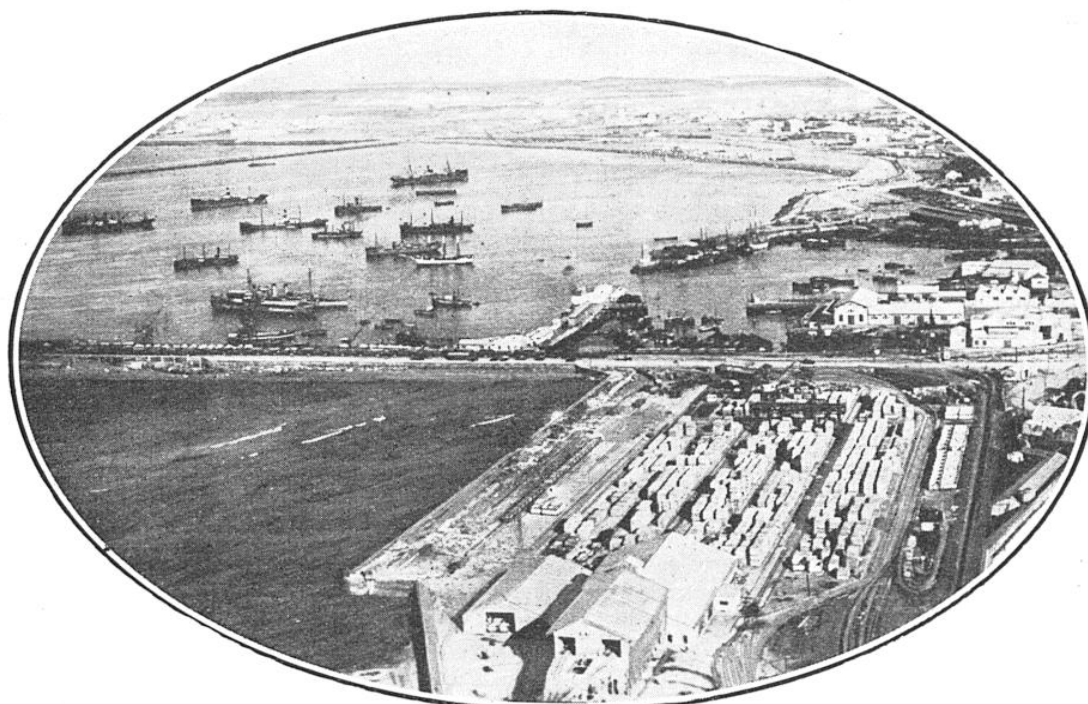


FIG. 4. — VUE D'ENSEMBLE DU PORT DE CASABLANCA OU SONT EMBARQUÉS LES PHOSPHATES, DONT LE MAROC EST UN DES PAYS LES PLUS ABONDAMMENT POURVUS DU MONDE

le sol ; les engrais azotés se fabriquent aujourd'hui à partir de l'azote de l'air et, par suite, sont de plus en plus indépendants des gisements naturels dont l'importance n'a cessé de diminuer depuis quelques années.

Phosphates. — Nous allons trouver ici une situation renversée. L'Europe est plus favorisée que les Etats-Unis pour les gisements de phosphates et de sels de potasse, si l'on fait intervenir les phosphates d'Afrique qui sont effectivement sous le contrôle de sociétés européennes.

Tout le nord de l'Afrique : Maroc, Algérie, Tunisie, Egypte, contient dans son sous-sol des dépôts de phosphates. Le Maroc est particulièrement favorisé par l'existence de

	Actuelles	Probables	Total
Europe	24	2.880	2.900
Nord-Afrique....	280	60.600	60.880
Total	304	63.480	63.780
Etats-Unis	2.022	140	2.160

A côté des phosphates naturels, matières premières des superphosphates, l'agriculture consomme un autre engrais phosphaté, la scorie Thomas, produit résiduaire de la préparation de l'acier Thomas ; elle résulte, en effet, de la concentration des phosphates contenus dans le minerai de fer au cours des diverses opérations de l'élaboration de l'acier.

Voici comment se répartit la consommation des phosphates sous les deux formes

superphosphate et scorie Thomas, consommation évaluée en tonnes d'acide phosphorique (P^2O^5) :

	Europe	Etats-Unis
Superphosphates	1.162.000	630.000
Scories Thomas.....	840.000	5.400
Total	2.002.000	635.000

L'Europe, avec une densité de population quatre fois plus grande, consomme, à surface égale, une quantité bien plus élevée de phosphate. Cette consommation s'impose d'autant plus qu'il n'existe pas, dans nos vieux pays, de terrains vierges à défricher, comme cela se présente aux Etats-Unis.

Les stocks de phosphates minéraux, au taux de leur consommation annuelle, permettraient d'assurer les besoins des Etats-Unis avec les gisements américains pendant 3.600 ans et ceux de l'Europe pendant 55.000 ans, à l'aide des mines africaines. La conclusion

qui s'impose, par l'examen de tous les chiffres précédents, c'est que l'humanité est largement pourvue de phosphates et pour longtemps à l'abri de tout souci concernant ses approvisionnements.

Potasse. — L'Europe possède jusqu'ici un véritable monopole de la potasse. Elle extrait annuellement de son sol des minerais de potasse contenant 2 millions de tonnes de potasse pure (K^2O), alors que les Etats-Unis n'en fournissent qu'environ 50.000 tonnes.

La consommation mondiale est assurée surtout par le gisement allemand dit de Stassfurt et par le gisement alsacien, qui contiennent les stocks suivants, évalués en millions de tonnes de potasse (K^2O) :

	Allemagne	Alsace
Potasse	8.400	323

soit, en tout, 8.723 millions de tonnes susceptibles d'assurer la consommation actuelle

pendant une période de l'ordre de 4.000 ans.

A ces mines activement exploitées jusqu'en 1929, viennent s'ajouter les gisements espagnols et polonais, ainsi que le nouveau gisement russe qui paraît être particulièrement riche et d'une exploitation très économique.

L'Europe utilise cinq fois plus de potasse que l'Amérique, ce qui n'est pas étonnant, car cette consommation est en relation directe avec la population et la longue période de culture des vieilles terres européennes.

Métaux autres que le fer

A côté de l'acier, le métal industriel par

		Europe	Etats-Unis	R
PLOMB	Minerai ...	269	566	8
	Métal	383	600	6
CUIVRE	Minerai ...	151	1004	26
	Métal	164	900	22
ZINC	Minerai ...	448	624	3
	Métal	668	550	5
ALUMINIUM	Métal	117	110	4
ETAIN	Minerai ...	5,1		
	Métal	62,2		
MERCURE	Métal	4,15	0,57	
ARGENT	Minerai ...	0.36	1.75	

TABLEAU COMPARATIF DONNANT, EN MILLIERS DE TONNES, LA PRODUCTION ANNUELLE DES ETATS-UNIS, ET CELLE DE L'EUROPE, EN MINERAIS ET EN METAUX AUTRES QUE LE FER

excellence, les autres métaux communs détiennent, dans la vie économique des nations, une place qui, sans avoir l'amplitude de celle du fer, n'en est pas moins des plus importantes.

La production comparée de l'Europe et des Etats-Unis, tant en minerai indigène qu'en métal fini sortant des usines alimentées avec des

minerais variés indigènes ou étrangers, est indiquée sur le tableau ci-dessus. Le minerai est évalué en métal contenu et les chiffres représentent des milliers de tonnes.

La dernière colonne R indique le rapport de la production américaine à la production européenne pour un même nombre d'habitants.

Pour l'aluminium et le zinc, les deux régions possèdent des fabrications sensiblement de même capacité, mais, si nous rapportons les tonnages à un même nombre d'habitants, seule comparaison rationnelle, le coefficient est, en réalité, quatre fois plus grand pour l'Amérique.

Les Etats-Unis sont les maîtres du marché du plomb et du cuivre ; leur production, en tenant compte de la population, se traduit par des coefficients relatifs de 26 (cuivre) et de 8 (plomb).

Toutes les valeurs précédentes ont été déduites des valeurs statistiques pour une époque déterminée, 1929 ; l'examen des

courbes de variations de la production démontre que l'écart actuel tendra à s'accroître dans l'avenir.

Il est intéressant de compléter ces renseignements concernant les matières premières et leurs produits d'élaboration par l'examen comparatif des industries chimiques et de la production du blé ; nous pourrions prendre ce dernier comme étalon pour l'appréciation de l'agriculture d'une nation.

trouvons que l'Américain consomme trois fois plus d'acide que l'Européen, autrement dit que son industrie chimique peut être considérée, en gros, comme trois fois plus développée que celle de l'Européen.

La Société économique et financière de la Société des Nations a évalué la production globale de l'industrie chimique du monde entier, vers 1924, aux environs de 112 milliards de francs consolidés, avec une part

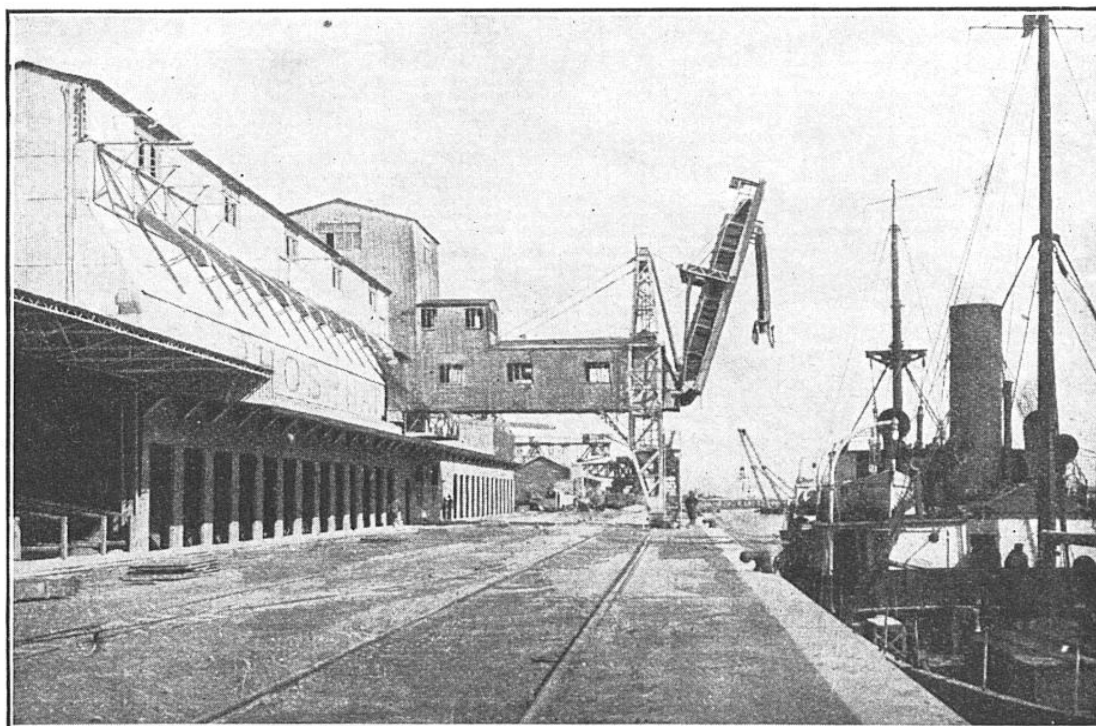


FIG. 5. — VOICI LE QUAI AUX PHOSPHATES DE CASABLANCA OU D'IMMENSES SILOS, RÉCEMMENT CONSTRUITS, PERMETTENT D'EMMAGASINER 80.000 TONNES DE PHOSPHATES A LA FOIS

Les progrès de l'industrie chimique

Les Etats-Unis ont réalisé, pendant et depuis la guerre, des progrès remarquables dans leur industrie chimique. On peut se rendre suffisamment compte de la puissance de l'industrie chimique d'un pays par la quantité d'acide sulfurique consommé. Cet acide est, en effet, à la base de la plupart des réactions fondamentales mises en œuvre dans les différentes branches de cette industrie. En 1925, les Etats-Unis produisaient 6.300.000 tonnes d'acide, évaluées en acide sortant des chambres ; l'Europe, à la même époque, atteignait un tonnage de 8.280.000 tonnes.

En tenant compte de la population, nous

de 52 milliards pour les Etats-Unis. La partie complémentaire, soit 60 milliards, doit être répartie dans le reste du monde. En fait, nous ne trouvons que le Canada et le Japon qui disposent d'une véritable industrie chimique en dehors de l'Europe et des Etats-Unis ; en déduisant les chiffres correspondant aux industries de ces deux nations, nous obtenons, pour l'Europe, un total de 54 milliards. Les évaluations de la Société des Nations nous conduisent donc aux mêmes conclusions que l'examen de la consommation de l'acide sulfurique.

La pyrite est toujours la matière première la plus importante pour la préparation de l'acide sulfurique.

A l'allure de la fabrication actuelle, les

réserves mondiales de pyrite ne garantissent l'avenir que pour une période d'environ 130 ans. La substitution progressive de la blende à la pyrite permettra de pallier à ce déficit en pyrite. Quoi qu'il en soit, la pyrite est certainement l'une des premières matières minérales appelées à faire défaut à l'industrie dans l'avenir.

L'Amérique domine le marché du blé, du maïs, du coton

L'Europe retire chaque année de ses champs de blé une moyenne de 550 millions de quintaux de grains, tandis que les Etats-Unis récoltent environ 220 millions de quintaux. L'Amérique tout entière, c'est-à-dire les Etats-Unis, le Canada, la République Argentine, principaux producteurs de blé, atteignent un tonnage de près de 400 millions de quintaux pour une population américaine totale de 220 millions d'habitants.

Les Américains, avec une production de blé inférieure à celle de l'Europe (400 millions contre 550 millions de quintaux) dominent cependant le marché européen du blé. Cette circonstance s'explique, d'une part, par le manque d'unité économique de l'Europe et, en second lieu, par la surproduction de l'Amérique, eu égard aux besoins de ses habitants. Elle n'a, en effet, que 240 millions d'habitants à nourrir, alors que l'Europe doit assurer le pain à 478 millions de consommateurs.

La culture du maïs est particulièrement développée aux Etats-Unis. Ces Etats ont

récolté, en 1927, 700 millions de quintaux représentant 70 % de la récolte mondiale.

Enfin, les Américains sont encore les maîtres du marché du coton, la fibre textile de beaucoup la plus importante. Leur production représente 65 % de la production du monde, tandis que la Russie, seule en Europe, apporte sur le marché une quantité de l'ordre de 3 à 4 % de l'ensemble.

Le peuple américain se trouve donc particulièrement favorisé dans la répartition des richesses de la planète. Cette abondance de matières premières, jointe au développement de sa population, favorise évidemment, en temps normal, le producteur américain vis-à-vis de l'industriel européen.

Jusqu'à ces temps derniers, ces avantages ont permis au transatlantique les vastes conceptions et légitimé toutes ses audaces, alors que le second, enfermé dans les limites res-

treintes de ses frontières nationales, ne dispose que d'un champ d'action fort étroit qui lui inspire beaucoup plus de prudence.

La supériorité de l'approvisionnement américain en matières premières est une donnée importante qu'il ne faut pas oublier de faire intervenir dans toutes les discussions sur la situation relative de l'avenir et du nouveau monde. Ces richesses naturelles constituent même l'un des facteurs les plus efficaces de sa prospérité et lui assurent, en dépit de la crise actuelle, un brillant avenir.

CAMILLE MATIGNON.

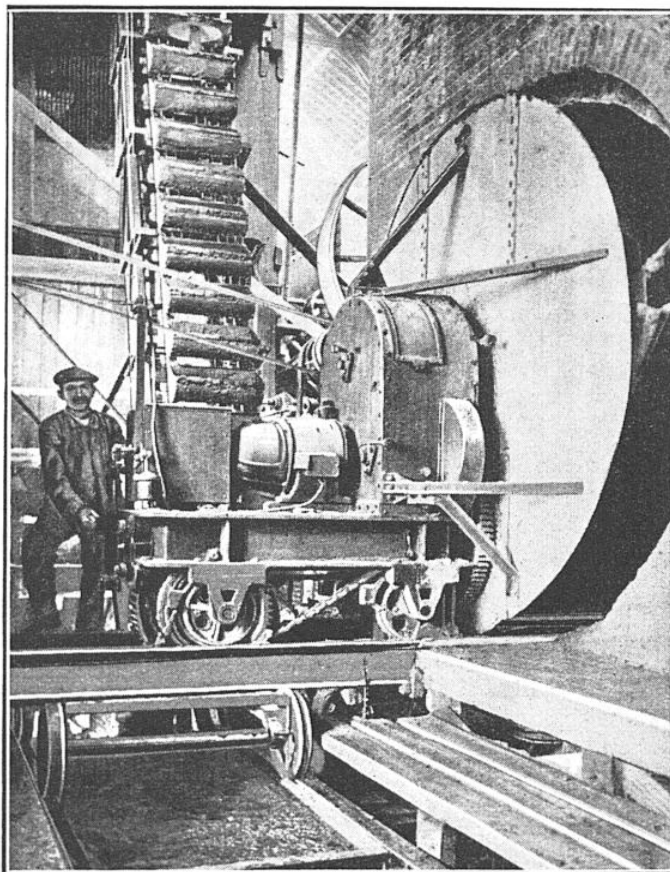


FIG. 6. — NOUVELLE INSTALLATION POUR LA VIDANGE AUTOMATIQUE DES CUVES DE SUPERPHOSPHATES



DES NOUVEAUTÉS

LES LAMPES à DÔME
LES DÉTECTRICES DITÉTRODES
LES LAMPES D'ÉMISSION

LES PHOTO-ÉLÉMENTS

et
toute la série
des nouvelles
LAMPES
européennes et
américaines

Pour compléter sa série imposante de lampes réceptrices, TUNGSRAM vous présente des nouveautés du plus haut intérêt

Les lampes à dôme dont le montage rigoureusement rigide supprime les sifflements et les modifications de caractéristiques.

Les ditétrodes, détectrices extraordinairement pures et puissantes, grâce à leur construction spéciale

Les lampes d'émission de 15, 40 et 75 watts

Les photo-éléments, véritables « piles à lumière » qui transforment en courant l'énergie lumineuse, sans source extérieure. Ces petits appareils peuvent recevoir de nombreuses applications en photométrie, signalisation, etc.

Equipez votre poste avec les nouvelles lampes TUNGSRAM. Il sera transformé au delà de toute expression.

TUNGSRAM

66, Rue de Bondy, PARIS

15, Rue du Marché-aux-Porcs, BRUXELLES



VOICI UN CRIC QUI S'INSINUE PARTOUT

Finie la pénible corvée de la mise en place du cric. Le père Gergovia vous présente son cric "Furet", simple, sûr et peu coûteux.

A l'avant, même avec les pneus "Super-Confort", application directe du cric sous l'essieu, toujours facilement accessible. Donc, pas d'installation qui puisse se défaire et devenir pour la direction un danger en pleine marche.

A l'arrière, deux rails rigides fixés par des colliers autour de l'essieu; aucun trou à percer, aucune ferrure à rapporter, quatre écrous seulement à serrer. Montage extrêmement simple, convenant à la généralité des voitures et réalisable en quelques minutes par l'automobiliste lui-même. Sa conception élimine ici encore toute cause d'accident.

Cric Furet, seul avec sa clé :

85 Frs

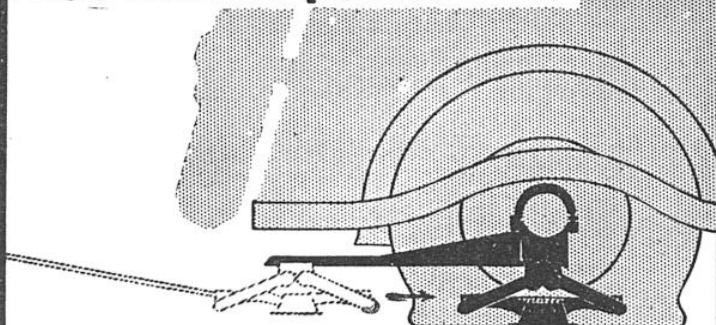
Cric Furet "guidé" complet :

160 Frs

CRIC FURET GERGOVIA

Notice sur demande aux Ets Pingot - Clermont-Ferrand
et 31, Rue Brunel - Paris

...ET QUI SE MET EN PLACE AUTOMATIQUEMENT



Engagez sur le rail la tête de votre "Furet-Gergovia", muni de sa clé et poussez à fond. C'est tout : le cric est en place; la forme des rails empêche tout encrassement par la boue.

Levée parfaitement douce, même pour les conductrices. Et vous pouvez employer le cric partout : sous un autre point de la carrosserie, ou sous une autre voiture, même non munie de guides.

Force réelle **1.200 Kgs**

Hauteur, développé: 385 mm. (avec rallonge)

Hauteur, replié: 110 mm.

POUR S'AFFRANCHIR DE LA PRODUCTION ÉTRANGÈRE, L'U. R. S. S. CHERCHE DES SUCCÉDANÉS AU CAOUTCHOUC

Par Jules COTTE

Le principe qui régit l'économie soviétique consiste avant tout à trouver sur le sol de la Russie tous les éléments nécessaires à la production industrielle pour s'affranchir du joug de l'étranger. C'est pour cette raison que, notamment dans le domaine de la construction automobile, qui constitue l'un des chapitres les plus importants du plan quinquennal, les laboratoires de l'U. R. S. S. poursuivent des recherches aussi patientes que multiples afin de se procurer, sur leur propre territoire, le caoutchouc nécessaire à l'équipement des véhicules. Ces expériences, il est vrai, ont à peine franchi le seuil des usines-laboratoires, mais elles n'en présentent pas moins, au point de vue technique, un caractère d'information scientifique susceptible d'être retenu. De telles recherches sont actuellement orientées dans deux directions différentes : la première consiste à trouver des succédanés de l'arbre à caoutchouc (hévéa) (1), en tirant parti de la gomme contenue dans d'autres végétaux poussant précisément sur la terre russe. Notre collaborateur, qui a séjourné longtemps en U. R. S. S., expose ici quels sont ces végétaux utilisés de préférence. Dans la seconde orientation, les chercheurs se sont portés naturellement vers la synthèse chimique qui, là comme ailleurs, n'a pas dit son dernier mot. Les chimistes russes ont surtout « travaillé » les produits synthétiques à partir du pétrole et de l'alcool. Jusqu'ici le caoutchouc synthétique n'a pas encore donné de résultats réellement pratiques (les Allemands eux-mêmes, pendant la guerre, n'avaient pu obtenir de résultats satisfaisants à cause du prix de revient). Il est certain que si les Soviets avaient la bonne fortune, comme la France, de posséder des plantations d'hévéa, comme elle en a en Indochine, ils n'en seraient pas réduits à chercher des succédanés du latex. Mais cela, c'est une autre question.

EN 1914, l'industrie des gommes élastiques occupait, en Russie, 24.000 ouvriers et le montant de la production était évalué à 121 millions de roubles. Ce chiffre tombait à 6 millions 200.000 après la guerre civile, en 1920 ; depuis, il s'est relevé rapidement ; en 1932, 52.000 ouvriers produisaient pour 872 millions, d'après les données officielles.

A cette augmentation de la production correspondait une augmentation de la consommation du caoutchouc. Elle s'est élevée progressivement comme l'indiquent les chiffres suivants :

1929	12.700 tonnes
1930	16.700 —
1931	30.000 —
1932	35.000 —

Avant la guerre, la plus grosse partie de ce caoutchouc, soit 70 %, servait à la fabrication des « galoches », chaussures en caoutchouc présentant les formes les plus variées

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 108, page 453.

et se portant par-dessus les souliers et les bottes. Elles étaient d'usage universel, protégeant les pieds contre le froid, contre la neige ou la boue, qui, la moitié de l'année, couvrent les chemins défoncés.

Leur fabrication, jusqu'à présent, a toujours été en croissant, mais on peut prévoir qu'elle diminuera progressivement au fur et à mesure de la réfection des rues et des routes ; la circulation des automobiles se chargera alors de relever la courbe de la consommation.

Dès 1937, en effet, fin du deuxième plan quinquennal, c'est par 300.000 unités que s'exprimera le chiffre de la production annuelle des autos et par un million leur nombre en circulation.

Il faudrait disposer alors de près de 150.000 tonnes de caoutchouc, dont près de 100.000 tonnes pour les pneus seulement ; il faut tenir compte, en effet, de l'usure excessive résultant du mauvais état des routes, car, en France, un million d'autos

n'exigent que 70.000 tonnes de gomme. Jusqu'à ces derniers temps, tout ce caoutchouc devait être importé, ce qui grevait lourdement le budget de l'U. R. S. S.

Fidèle à sa tactique de réaliser l'autonomie économique, l'Union entend organiser chez elle la production du caoutchouc.

Elle a partagé la gestion de cette branche industrielle entre trois entreprises. Le « Résinotrust » travaille le caoutchouc mis à leur disposition par le « Caoutchouc synthétique » et les « Plantes à caoutchouc ».

La situation de l'U. R. S. S. présente, à cet égard, quelque analogie avec celle des Etats-Unis consommant 80 % de la production mondiale sans être producteurs eux-mêmes.

Edison, on le sait, avec l'aide financière des grands industriels, de Ford notamment, a pu trouver 1.200 plantes différentes susceptibles de fournir du caoutchouc.

Le gouvernement soviétique a mis à l'ordre du jour de pareilles recherches, demandant le concours de tous les citoyens, des pionniers des écoles, sans parler évidemment des spécialistes. On ne s'arrêta pas longtemps à la culture des hévéas, car les conditions climatiques se révélaient prohibitives.

Par contre, d'autres plantes ont été étudiées. Ce sont, en particulier, le guayoul, les chondrilles, le kendyr, le faux cotonnier, le taou-sagyse, que nous allons passer rapidement en revue.

Le guayoul. — On n'ignorait pas l'intérêt des Etats-Unis pour une sorte de buisson, croissant sur les collines mexicaines dans les zones sèches de l'intérieur, soumises à ces variations extrêmes de température qui caractérisent le climat continental, le climat russe en particulier.

De cet arbuste, les indigènes retiraient une substance qu'ils mâchaient perpétuellement; plus tard, les Mexicains en fabriquèrent des balles élastiques.

Le guayoul sec contient, en effet, jusqu'à 12 % de son poids de caoutchouc, interposé

entre les fibres du bois. Pour l'extraire, il faut désagréger les fibres dans l'eau; la matière gommeuse remonte à la surface, d'où on l'écume.

La culture de cette plante est connue; d'autre part, en 1931, à Salilas, en Californie, une petite usine a été mise en route pour l'extraction de son caoutchouc.

Sur un hectare de terrain peuvent se développer 25.000 pieds de guayoul, qui, dès la quatrième année, fourniraient environ une tonne de caoutchouc.

A la station d'essai de Marouchevan, on aensemencé, en 1932, un millier d'hectares pour obtenir des graines. L'exploitation en

grand doit s'effectuer au Turkestan, au Caucase, et, dès 1934, on compte ensemencer 25.000 hectares, dont la production minimum devra s'élever à 13.000 tonnes.

Les chondrilles. — Les pêcheurs des rives de la mer Caspienne retiraient une matière élastique de petits

tuyaux ramassés dans les sables. On reconnut qu'il s'agissait de caoutchouc provenant des plantes des sables : les « chondrilles ».

Des chenilles en puisaient le latex, puis rejetaient la gomme non assimilée; des insectes confectionnaient avec cette gomme des abris en forme de tubes.

Or, les chondrilles abondaient en Ukraine, Crimée, Azerbaïdjan. Malheureusement, le caoutchouc s'y trouve réparti dans trois ou quatre fois son poids de matières goudroneuses.

Telle que, cependant, la matière est utilisable pour la fabrication de l'ébonite.

Pour obtenir le caoutchouc marchand, il faut partir d'un produit moins mélangé; un peu de goudron ne nuit pas, il facilite la vulcanisation, mais pas trop n'en faut.

Or, si l'on fait macérer la plante dans l'eau, deux jours suffisent pour en faire tomber l'écorce fort épaisse; tout le caoutchouc se trouve dans l'écorce, tandis que la majeure portion des matières goudroneuses reste dans la partie ligneuse.

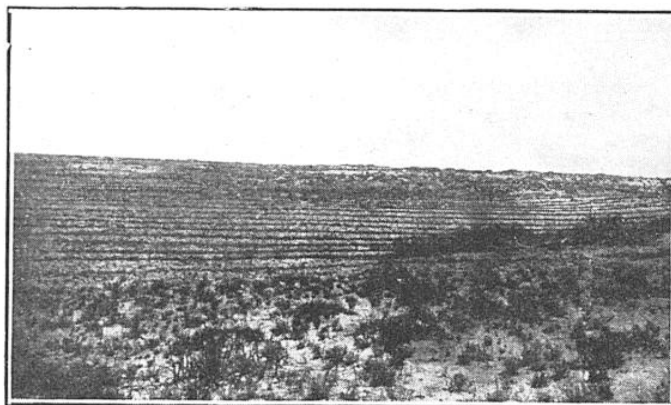


FIG. 1. — CHAMP DE CULTURE DE « CHONDRILLES » DANS LES SABLES DU DÉSERT « KARA KOUMY » (U. R. S. S.)

L'écorce contient environ 8 % de gomme, que l'on extrait en procédant comme pour le guayoul.

Cette plante se sème, se fauche, repousse d'elle-même sans nouveaux semis. D'après les estimations, l'hectare ne fournirait qu'une centaine de kilogrammes de caoutchouc ; mais la mécanisation de la culture, permettant un meilleur aménagement du terrain, doublerait le rendement.

Le kender. — Le kender (*Apocynum sibiricum*) est cultivé, car il fournit des filaments analogues à ceux du lin. Le fil obtenu est d'excellente qualité. Or, la tige du kender contient un latex chargé de caoutchouc et les feuilles en contiendraient encore plus : 7 %. Le rendement à l'hectare serait également de l'ordre de 100 kilogrammes ; le caoutchouc constituerait donc un sous-produit intéressant.

Le faux cotonnier. — Lors d'un voyage en France, un marchand russe apprit qu'en Syrie croissait une sorte d'asclépiade, dont les habitants utilisaient la bourre ; il s'en procura des graines, les sema dans son Ukraine, mais ne put jamais tirer parti du coton.

Mais, alors, on s'avisa que les fleurs du faux cotonnier étaient particulièrement recherchées par les abeilles, qui fournissaient, dans ce cas, de plus fortes quantités d'un miel excellent. Le coton ne valait rien pour les tissus, mais il constituait une matière première parfaite pour la fabrication des films, tandis que les tiges donnaient une excellente pâte à papier ; des graines, on pouvait tirer une bonne huile.

Enfin, on reconnut la présence du caoutchouc dans les tiges et les feuilles.

Le taou-sagyse est la plante qui donne les plus grands espoirs.

Elle croît dans les montagnes du Kara-Taou, qui limitent, au nord, le bassin du Syr-Daria.

Ses tiges contiennent un latex qui dépose la gomme dans la plante même et l'accumule si bien avec le temps, que les vieilles racines emmagasinent jusqu'à 30 % et plus d'un caoutchouc fort pur, puisque sa

teneur en goudrons ne dépasse pas 3 %.

L'extraction en est très facile, car, dans l'eau, l'écorce se détache et la tige filandreuse s'effrite ; chassée par un énergique lavage, elle laisse une sorte d'éponge de caoutchouc.

Essais et réalisations

Le trust « Les plantes à caoutchouc », en 1930, a organisé dix-neuf expéditions à la recherche de végétaux producteurs de gommés. Il a constitué deux instituts scientifiques et huit stations expérimentales, occupant ensemble 700 personnes. Il dispose d'un capital de 600 millions de roubles.

Ses ateliers expérimentaux ont permis l'essai des objets manufacturés : semelles, galoches et pneumatiques, qui auraient donné satisfaction.

Son principal effort se concentre sur la culture du taou-sagyse, qui, quatre années après le semis, peut donner 800 kilogrammes de caoutchouc à l'hectare. En 1932, on a pu ensemencer

1.500 hectares, mais on prévoit, pour la fin du deuxième quinquennal, une surface ensemencée de plus de 500.000 hectares, dont 35.000 seulement seraient alors à même de fournir du caoutchouc : 28.000 tonnes au total.

On cherche également à réaliser le caoutchouc synthétique

Des études sont poursuivies à l'Institut ukrainien du caoutchouc, à Kiew, et à l'Institut moscovite du caoutchouc et de la gutta-percha.

A Leningrad, le professeur Byzow, spécialiste connu avant la guerre même, professe dans les « technicum » et à la Faculté de chimie, la technologie du caoutchouc ; il mène ses recherches en vue de l'obtention du produit synthétique. Sa matière première n'est autre que le pétrole russe ; après des années de recherches de laboratoire, il a monté une petite usine expérimentale, qui, vers le milieu de l'année 1931, produisait 500 kilogrammes de caoutchouc. Dans un article que nous avons sous les yeux, l'éminent professeur exprime l'assurance d'avoir libéré l'Union soviétique de l'importation étrangère.

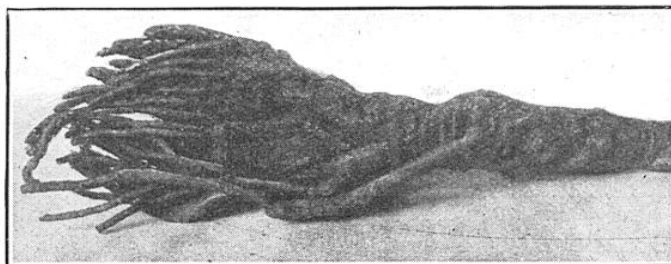


FIG. 2. — VOICI UN PLANT DE « TAOU-SAGYSE »
Les vieilles racines de cette plante — qui donne les plus grands espoirs — contiennent jusqu'à 30 % et plus de caoutchouc pur.

Mais il ne fournit pas de détails sur le processus chimique et sur la technique de la fabrication.

Le professeur Lebedew, savant réputé, d'après le quotidien *Izvestia*, aurait obtenu les plus intéressants résultats en opérant de la façon suivante : le naphte est chauffé vers 800°. Les gaz échappés fournissent un liquide verdâtre qui, chauffé cinq à sept jours, se transformerait en caoutchouc.

Aschan avait déjà retiré 160 kilogrammes d'isoprène par tonne de mazout russe ; or, l'isoprène, par condensation, se transforme en caoutchouc. Ce procédé, fort travaillé par les Américains, fut abandonné comme ne présentant pas d'intérêt pratique.

Enfin, des recherches fort mal connues du public ont conduit à l'installation d'usines qui fonctionnent actuellement.

La matière première est l'alcool, et l'on sait que les travaux d'Ostromelewski ont reçu la plus grande attention. La synthèse d'Ostromelewski présente, notamment, l'avantage d'une assez grande simplicité.

Il suffit de chauffer un mélange d'alcool et d'acétaldéhyde vers 360°-400°, en présence d'un catalyseur comme l'alumine. On obtient alors du « butadiène », qui, traité en présence d'ozone, d'acide acétique, ou mieux de sodium, fournit de la gomme marchande.

L'acétaldéhyde est produite elle-même en faisant passer de l'alcool sur du cuivre chauffé.

On obtiendrait, par ce procédé, un rendement de dix-huit parties de caoutchouc pour cent d'alcool traité. Il y a lieu de noter,

d'ailleurs, que la majeure partie des produits synthétiques présente, avec les produits naturels, des différences essentielles quant aux propriétés mécaniques.

La gomme naturelle, provenant du latex des plantes, s'y trouve dispersée en globules séparés par des matières étrangères dont l'interposition améliore la qualité du produit.

Il a donc paru intéressant d'obtenir le synthétique sous forme de latex et on a

trouvé qu'alors la « polymérisation » s'effectuait spontanément en quelques jours, sans l'adjonction de sodium. Le caoutchouc précipité par l'addition d'un acide, pouvait s'identifier avec le crêpe ; les objets en provenant étaient de bonne qualité.

Quels sont les résultats industriels obtenus en ce qui concerne le caoutchouc synthétique ?

La première usine de caoutchouc synthétique a fourni, pendant l'année 1932, 3 tonnes de gomme

par mois aux manufactures de Leningrad dépendant du « Résinotrust ».

Elle est construite à Yaroslavl, au milieu d'un formidable ensemble industriel en voie d'achèvement et comprenant :

1° Une fabrique pouvant fournir annuellement 6 millions de pneus d'autos et 3 millions de pneus pour cycles ;

2° Une fabrique de semelles de caoutchouc pour 75 millions de paires de chaussures ;

3° Deux usines de régénération donnant 19 millions de tonnes ;

4° Des fabriques de textiles, de valves pour pneus, et les ateliers annexes.

En septembre 1932, s'est effectuée la mise



FIG. 3. — EXAMEN D'UNE RACINE DE « TAOU-SAGYSE »

en route de la deuxième usine de caoutchouc synthétique à Voronège, suivie, peu après, de celle d'Efrémof.

Celle de l'usine de Kazan est attendue incessamment. Enfin, on achève la construction d'ateliers semblables à Krasnodar et à Krémentchoug.

Que vaut le caoutchouc synthétique ?

Certains écrits affirment qu'il serait plus résistant que le produit naturel. Nous avons lu, d'autre part, que des polémiques s'étaient élevées entre le « Résinotrust » et l'usine de Yaroslavl, qui aurait dû même suspendre ses envois vers la fin de 1932.

D'autres témoignages affirment que la suspension de la fabrication à Yaroslavl n'aurait été due qu'au défaut de matières premières : l'alcool manquait.

Il faut, en effet, assurer l'approvisionnement en alcool. L'Union soviétique, avec les conseils du fameux professeur Bergius, a mis au point la production de l'alcool, en partant de la pâte de bois ; elle compte également en produire avec l'éthylène du gaz de fours à coke, mais elle doit plutôt se baser sur celui qu'elle obtient avec les pommes de terre.

En 1929, un hectare de pommes de terre pouvait fournir 20 hectolitres d'alcool. Mais, par sélection, on compte augmenter le tonnage de pommes de terre à l'hectare et, d'autre part, porter à 20 % leur teneur en amidon, qui se tient actuellement entre 12 et

16 %. Dans ces conditions, on tirerait jusqu'à 50 hectolitres d'alcool d'un hectare de terrain.

S'il en était ainsi, l'hectare de pommes de terre fournirait le même rendement sensiblement qu'avec le taou-sagyse, mais au prix d'une manipulation délicate et coûteuse.

Il ne semble pas que les produits synthétiques actuels puissent concurrencer très

avantageusement le produit naturel.

La deuxième « Piatiletka » (plan quinquennal) prévoit, pour 1937, la production de 20.000 tonnes de gomme artificielle, alors que les besoins atteindraient 150.000 tonnes.

La culture du taou-sagyse et du guayoul apporterait un contingent de 30.000 tonnes environ, si bien que l'U. R. S. S. devrait importer encore près de 100.000 tonnes en 1937.

Mais la culture s'étendra rapidement et les synthèses nouvelles, comme celle de Byzow, peuvent fournir des résultats imprévus.

L'Union soviétique, pour

se libérer d'une servitude économique, a donc fait un effort réel dont on peut, dès à présent, envisager la réussite, tout au moins partielle.

C'est pourquoi le souci même de nos cultures indochinoises de caoutchouc nous commande de suivre avec intérêt les expériences tentées par l'Union Soviétique sur des centaines de milliers d'hectares, qui peuvent supprimer un important débouché aux richesses de nos colonies.

J. COTTE.

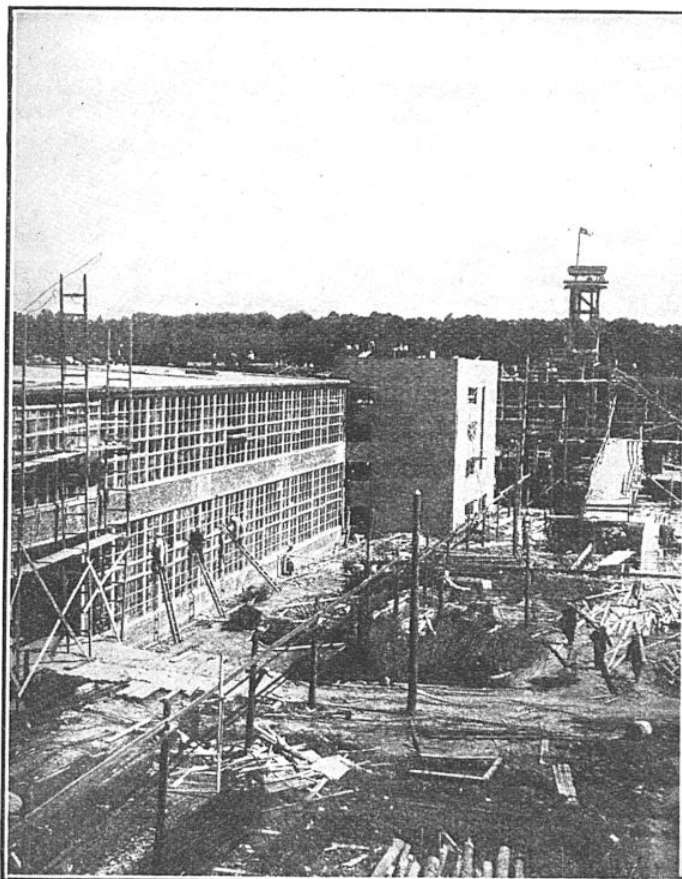


FIG. 4. — AGRANDISSEMENT DE L'USINE DE CAOUTCHOUC SYNTHÉTIQUE A YAROSLAV

Cette usine a produit, pendant 1932, 3 tonnes par mois de caoutchouc synthétique. Elle a depuis suspendu sa fabrication.

DANS LA LAMPE DE T. S. F., L'AMPOULE DE VERRE A-T-ELLE VÉCU ?

Par C. VINOGRADOW

INGÉNIEUR-RADIO E. S. E.

Il ne restait déjà plus grand'chose qui justifiait le nom de « lampes » donné aux tubes à plusieurs électrodes utilisés en T. S. F. — On sait que cette appellation provient de la constitution des premiers appareils de ce genre dont le filament incandescent émettait, à travers l'ampoule de verre, une lumière appréciable. — Or, depuis longtemps, les « lampes » de T. S. F. n'éclairent plus. L'ampoule de verre seule peut encore autoriser le terme consacré par l'usage. Mais voici que cette ampoule même est à la veille de disparaître. Les difficultés rencontrées pour le montage minutieux et particulièrement précis des électrodes dont dépendent les caractéristiques de la lampe, la résonance acoustique de l'ampoule, sa fragilité, son mauvais refroidissement, l'influence sur elle des champs électriques extérieurs, les pertes d'énergie causées par les capacités internes, tels sont les inconvénients qui en rendent la fabrication délicate et onéreuse. Aussi la mise au point récente, en Angleterre, d'un nouveau type de « lampe », constitue-t-elle un événement marquant en T. S. F. Cette lampe est entièrement métallique ; la plaque (anode) y joue un rôle de l'ampoule de verre et est elle-même enfermée dans un tube métallique qui met les organes à l'abri de tout choc, à tel point que l'on a pu les expédier par chemin de fer sans emballage spécial. Par ailleurs, ces lampes permettant d'obtenir de grandes puissances, donnent, d'ores et déjà, d'excellents résultats, quant aux réceptions radiophoniques. Au dernier Salon de T. S. F. de Londres (juillet 1933), certains appareils étaient équipés avec ces nouveaux modèles.

L'AMÉLIORATION constante de la sensibilité, de la fidélité et de la sélectivité des appareils radio-récepteurs est due, en majeure partie, à l'évolution constante des lampes de T. S. F. (1).

Malheureusement, l'amélioration des caractéristiques électriques des lampes n'a pas été accompagnée par une amélioration correspondante de leur construction mécanique. En effet, en ce qui concerne le système d'assemblage et la présentation extérieure, la lampe moderne diffère bien peu des vieilles lampes à trois électrodes.

C'est toujours une ampoule de verre plus ou moins grande, surmontée ou non par une borne auxiliaire et contenant en son centre un assemblage fragile et compliqué des diverses électrodes. Mais ce système de construction présente divers inconvénients.

Les défauts des lampes actuelles

Manque de précision dans le montage. — Les qualités caractéristiques de chaque lampe dépendent, d'une part, de la dimension de ses diverses électrodes et, d'autre part, des distances qui séparent ces dernières.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 192, page 465.

En principe, une variation de certains des écartements de 1 ou 2 centièmes de millimètre (0,02 mm) peut déjà modifier sérieusement les caractéristiques de la lampe.

Il est évident que le montage des électrodes sur des fils plus ou moins rigides, souvent plusieurs fois pliés ou recourbés, ne permet pas d'atteindre une précision bien élevée. Le moindre choc, ou une faible secousse au cours du montage, peut déplacer les électrodes les unes par rapport aux autres et compromettre les qualités de la lampe. Cette précision est d'autant plus difficile à obtenir que les supports eux-mêmes sont fixés à chaud dans une pince en verre, et on sait que cette matière ne peut être considérée comme mécaniquement stable aux températures élevées.

L'impossibilité de construire des lampes absolument homogènes se traduit par la nécessité d'éliminer aux essais un grand nombre d'exemplaires ayant les caractéristiques non conformes au type prévu. Un déchet de 30 % n'est pas considéré par les constructeurs comme un déchet anormal. Dans ces conditions, il est évident que le prix de revient des lampes reconnues bonnes ne peut être très bas.

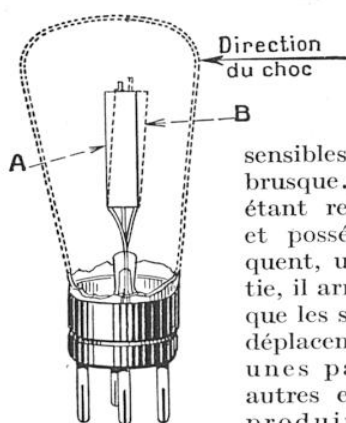


FIG. 1. — EFFET D'UN CHOC SUR UNE LAMPE DE T. S. F. ORDINAIRE

Bien que rien ne soit en apparence détérioré, l'électrode A s'est déplacée en B. Par suite, les caractéristiques de la lampe sont modifiées et elle ne répond plus aux qualités que l'on exige d'elle.

transmises mécaniquement aux électrodes qui commencent à vibrer avec la même fréquence. Les vibrations d'électrodes font varier à leur tour le pouvoir amplificateur des lampes. Ces dernières modifient périodiquement le son du haut-parleur, qui vibre continuellement. Ce phénomène, excessivement gênant et portant le nom d'« effet Larsen », est très fréquent dans les postes « midjet » à grande puissance.

Mauvais refroidissement. — La plaque de la lampe bombardée par les électrons s'échauffe très vite. C'est d'ailleurs l'impossibilité de dissiper cette chaleur qui limite la puissance d'une lampe donnée. Dans la lampe de réception actuelle, le rayonnement est le seul chemin que peut trouver la chaleur pour quitter la plaque, car le vide presque absolu de l'intérieur de l'ampoule enlève toute possibilité de refroidissement par convection. D'ailleurs l'enduit d'oxyde métallique qui recouvre souvent la lampe, empêche, dans une certaine mesure, le refroidissement par rayonnement.

En dehors de défauts d'ordre mécanique que nous venons de voir, les lampes actuelles

Fragilité. —

Montées en porte-à-faux, les électrodes de la lampe sont très sensibles à toute secousse brusque. Leur ensemble étant relativement lourd et possédant, par conséquent, une certaine inertie, il arrive fréquemment que les secousses latérales déplacent les électrodes les unes par rapport aux autres et peuvent même produire des courts-circuits.

Il ne faut pas oublier non plus que l'ampoule extérieure, en verre mince, est fragile, de même que le joint entre cette dernière et le culot métallique.

Résonance acoustique. — Le globe de la lampe actuelle ayant des dimensions relativement grandes, tout en étant très léger, entre facilement en vibration sous l'influence des sons émis par le haut-parleur du poste. Ces oscillations sont

possèdent des défauts non moins importants au point de vue électrique.

Influence du champ extérieur. — Le champ électrique extérieur peut avoir une influence considérable sur le fonctionnement d'une lampe de T. S. F. en modifiant les charges statiques des électrodes. Ainsi, il suffit d'approcher la main de la lampe détectrice pour apporter des perturbations très graves au fonctionnement du poste. Pour parer à cet inconvénient, on est obligé de revêtir les lampes d'une couche d'oxyde métallique. Malheureusement, les blindages augmentent l'encombrement des appareils et les revêtements simili-métalliques empêchent le refroidissement de la lampe et, d'ailleurs, ne sont pas d'une efficacité absolue.

Pertes intérieures. — Les nombreuses connexions soutenant les électrodes intérieures pénètrent à l'intérieur de l'ampoule par une seule et unique pince en verre dans laquelle elles sont noyées. Les dimensions relativement faibles de ce support entraînent le voisinage extrêmement serré de toutes les connexions et introduisent inévitablement des couplages capacitaires parasites entre les divers conducteurs. N'oublions pas, en effet, que la constante diélectrique du verre est égale environ à 8 et que, par conséquent, les deux fils séparés de 2 millimètres dans le verre ont la même capacité que les deux fils dans l'air, séparés de 1/4 de millimètre seulement.

Ainsi, la lampe de T. S. F. présente un grand nombre d'inconvénients, dus à son mode de construction. Ceux-ci sont d'autant plus graves que la puissance de la lampe est plus grande et deviennent prohibitifs pour les lampes d'émission à grande puissance.

C'est pourquoi on a adopté pour ces dernières un type de construction beaucoup plus rationnel. Les lampes de ce type ne possèdent aucune ampoule extérieure, et c'est l'anode elle-

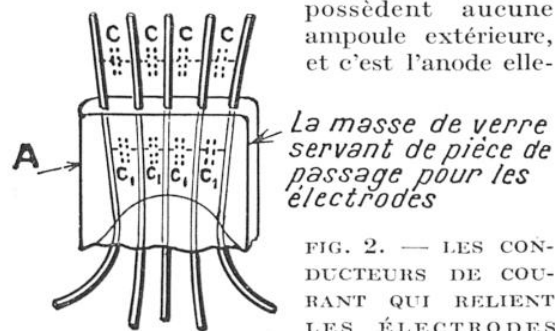


FIG. 2. — LES CONDUCTEURS DE COURANT QUI RELIENT LES ÉLECTRODES AUX BROCHES DE LA LAMPE TRAVERSANT UNE MASSE DE VERRE SUPPORT A

Le rapprochement de ces conducteurs suffit à créer des capacités parasites C C₁ nuisibles.

même qui joue le rôle de réservoir extérieur. Ce dernier étant bien souvent baigné par un courant d'eau, les lampes de ce type portent le nom des lampes à « refroidissement d'anode », ou « Cooled Anode tube » (C. A. T. en abréviation)

Désirant améliorer le rendement des lampes de réception de T. S. F., un constructeur anglais a décidé de leur appliquer les principes utilisés jusqu'alors pour la construction des lampes de puissance. Ainsi sont nées les nouvelles lampes de réception, baptisées par leur constructeur « catkin », diminutif de « cat ».

Construction mécanique des nouvelles lampes

La caractéristique principale de la nouvelle lampe est l'absence d'ampoule extérieure. C'est la « plaque » de la lampe, ayant une forme tubulaire et établie en cuivre, qui joue le rôle de l'ampoule de verre.

Mais c'est surtout le mode de fixation des électrodes intérieures qui est particulier. En effet, dans la nouvelle lampe, elles sont

montées sur des tiges métalliques absolument rigides et droites fixées d'une façon absolue, non dans la masse de verre, mais dans un support en mica serti dans un solide anneau d'acier.

Des pièces intercalaires en mica maintiennent l'ensemble dans le tube de cuivre formant l'anode, et le système d'électrodes constitue un bloc absolument indéformable.

Les bords inférieurs de l'anode de cuivre sont légèrement évasés, fortement amincis et sont soudés à un tube de verre épais formant la partie inférieure de la lampe. Le joint étant absolument étanche, le vidage s'opère très facilement, d'autant plus que le volume de la lampe est très faible

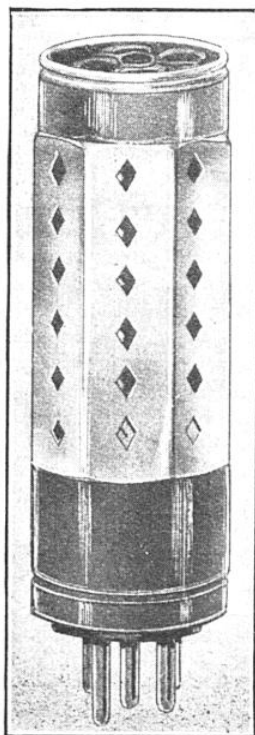


FIG. 3. — VUE EXTERIEURE DE LA LAMPE AMERICAINE ENTIEREMENT METALLIQUE

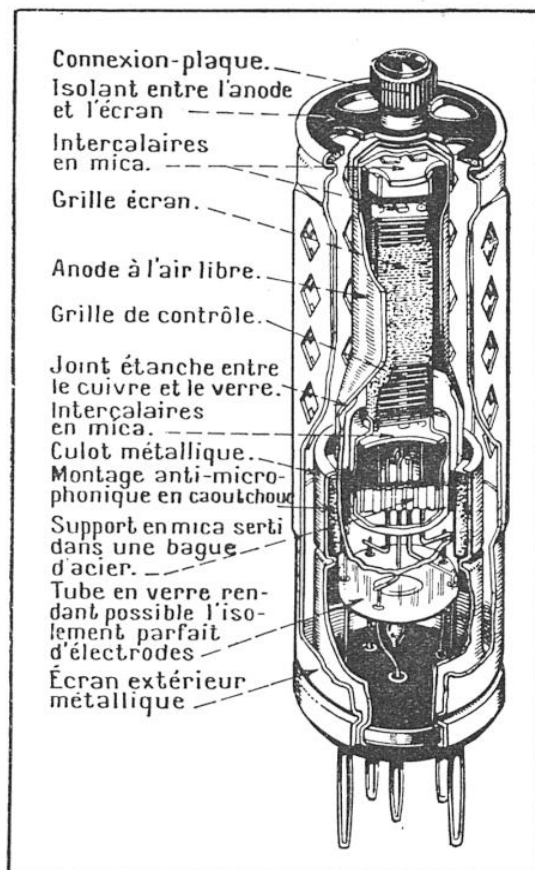


FIG. 4. — COUPE DE LA LAMPE METALLIQUE MONTRANT SES DIFFERENTS ORGANES PROTEGES PAR L'ECRAN EXTERIEUR

et que le cuivre peut être facilement débarrassé des gaz occlus.

Quant aux connexions traversant le verre, elles sont réparties sur la périphérie du tube de verre, ce qui porte au maximum les distances qui les séparent et réduit à des valeurs insignifiantes les pertes par couplages capacitaires ou par défaut d'isolement.

Les nouvelles lampes, peu encombrantes et robustes, peuvent ainsi être établies avec des caractéristiques bien définies, d'où un faible déchet et une diminution du prix de revient. L'anode métallique et le blindage extérieur protègent la lampe contre les champs électriques extérieurs. Son refroidissement permet de demander à ces « tubes » une puissance supérieure à celle des lampes ordinaires de mêmes dimensions. Quant à leur solidité, elle est telle que plusieurs échantillons, expédiés par la poste sans emballage, ont fonctionné normalement à leur arrivée.

C. VINOGRADOW.

PLUS DE MYSTÈRES DANS LE VOL DES INSECTES, GRACE AU NOUVEAU CINÉMATOGRAPHE ULTRA-RAPIDE L'aviation en tirera-t-elle parti?

Par Charles BRACHET

L'étude du vol des insectes offre un intérêt théorique de premier ordre, tant au point de vue purement biologique qu'au point de vue « aérodynamique ». Par contre, jusqu'ici, elle présentait des difficultés insurmontables, du fait de la rapidité des mouvements à analyser. Or, un savant français, le professeur Magnan, du Collège de France, vient de mettre au point un appareil cinématographique vraiment remarquable, qui, en donnant plus de 12.000 vues à la minute, lui a permis d'étudier dans leurs moindres détails le mouvement des ailes des insectes et d'expliquer scientifiquement des phénomènes qui paraissaient, jusqu'à présent, des plus mystérieux. C'est ainsi qu'en particulier il a pu analyser, comme on le verra ci-après, le mécanisme qui permet à certaines mouches de se maintenir « au point fixe », sans avancer ni reculer ; c'est précisément ce que l'on cherche vainement à réaliser en aviation depuis bientôt trente ans d'investigations et d'expériences. Ce seul fait suffit à mettre en évidence la portée pratique des recherches poursuivies au laboratoire avec autant d'ingéniosité que de patience. Peut-être qu'un jour relativement prochain le vol mécanique en tirera le plus grand profit.

AVEC Muybridge tentant d'analyser, par huit appareils photographiques juxtaposés, le galop du cheval en course, et surtout avec Jules Marey, effectuant la même expérience sur le vol des oiseaux, au moyen de son « fusil photographique », capable d'obtenir huit clichés en une seconde derrière le même objectif, l'histoire de la science nous montre que le cinématographe naquit réellement de recherches physiologiques. Il était juste que, portée à son point de perfection actuel, la « camera » retournât, tel l'enfant prodigue, au service de la physiologie et spécialement dans ce laboratoire de mécanique animale que le professeur Antoine Magnan dirige au Collège de France, en digne successeur de Marey.

Aussi bien, il n'est plus question de décomposer ni le galop du cheval, ni même les gestes les plus rapides d'un jongleur japonais. Nous savons tous que le cinéma usuel peut pousser jusqu'à 120 par seconde la fréquence de ses prises de vue — ce qui suffit à nous restituer de saisissants « ralentis » montrant, avec tout le détail désirable, comment un cheval court, comment un homme saute, comment, même, varient les expres-

sions du visage d'un champion de tennis, dans l'instant où il aperçoit la balle, calcule sa trajectoire, prépare et donne son coup de raquette — ainsi que l'a fait un psychologue de l'Université de Groningue, M. Buytenjick. Mais, pour si rapide qu'elle nous semble, cette succession des « temps » d'un mouvement animal est d'une lenteur exemplaire, si on la compare aux battements d'ailes d'un insecte qui en fournit plus de 100 par seconde, ou simplement à ceux d'un petit oiseau qui n'en donne que 18. Imaginez le cinéma usuel tentant d'analyser ce dernier mouvement ; comme la succession des images sur la pellicule serait exactement du même ordre que la succession des battements, il s'ensuivrait que le cinéma risquerait fort de nous *montrer un oiseau* aux ailes immobiles — phénomène de stroboscopie (1).

Pour analyser correctement les mouvements de tout ce qui vole, il fallait donc pousser beaucoup plus loin la vitesse d'enregistrement.

M. Antoine Magnan y a réussi au delà de tout ce qu'on pouvait attendre : son cinématographe permet d'enregistrer jusqu'à 12.288 vues par seconde.

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

Le principe du cinéma ultra-rapide et continu

Par une suprême habileté, M. Magnan a réuni dans le même appareil la précieuse *multiplicité des objectifs*, par laquelle Muybridge avait débuté, et l'*obturateur tournant à fentes multiples* qui réalise l'idéal même de Marey, la mitrailleuse photographique à fonctionnement continu.

Considérons un disque qui tourne devant l'objectif cinématographique, comme la croix de Malte classique, mais d'une manière uniforme. L'objectif est balayé par les *rayons* du disque dont l'axe est en marge de la lentille. Pratiquons dans ce disque une mince fente, oblique au rayon, de manière à ce qu'elle passe devant l'objectif *de front*. A chaque révolution du disque, la fente livrera un passage rapide à la lumière : c'est le principe de l'obturateur à rideau ou « obturateur de plaque », bien connu des photographes pour les instantanés ultra-rapides.

Dans le cas d'une plaque fixe et d'un obturateur à fente mobile, un inconvénient apparaît : si l'objet se déplace vite, son mouvement se compose avec celui de la fente d'éclairage. Il en résulte ce que vous avez si souvent remarqué : les roues d'une auto lancée prennent, sur l'image, une forme elliptique que le constructeur, certes, n'avait pas prévue.

Dans le cas du cinéma, la pellicule est, elle aussi, mouvante mais d'un mouvement

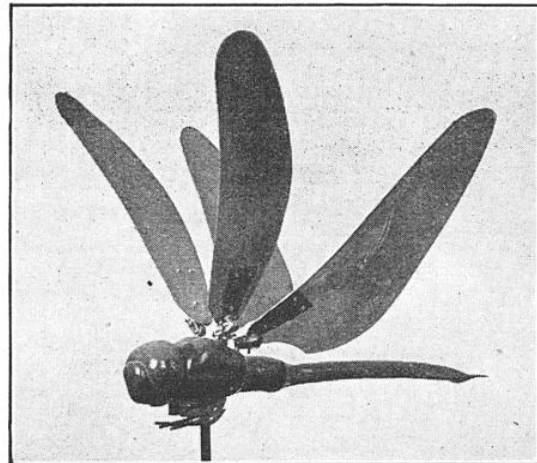


FIG. 2. — AUTRE MODÈLE DU PROFESSEUR MAGNAN PERMETTANT DE RECONSTITUER LE VOL D'UNE LIBELLULE

beaucoup plus lent que celui de la fente, ce qui permet de considérer comme *instantanées* les images successives.

Si, d'autre part, nous multiplions les fentes sur le disque obturateur, de telle façon que chacune recommence le processus d'illumination de l'objectif sitôt après le passage de la précédente, les images se succéderont sans interruption. L'obturation étant assurée par un mouvement continu (rotation du disque) et le film se déroulant également dans une translation continue (non par saccades, comme dans le cinéma classique), il n'y a pas d'autres limites à la rapidité de cette prise de vues que la résistance mécanique du disque à la rotation, celle du film à la translation et, naturellement, la sensibilité de l'émulsion photographique qu'il convient d'aider au moyen d'un éclairage spécial.

Le travail mécanique de l'ensemble peut d'abord être soulagé de la manière suivante :

On munit la camera de plusieurs objectifs (quatre, par exemple) éclairant chacun un ruban parfaitement délimité (6 millimètres) sur la largeur totale du film (24 millimètres). Celui-ci équivaut, par conséquent, à quatre films juxtaposés se déroulant simultanément. On divise le disque en quatre zones concentriques couvrant chacune l'un des quatre objectifs. On pratique,

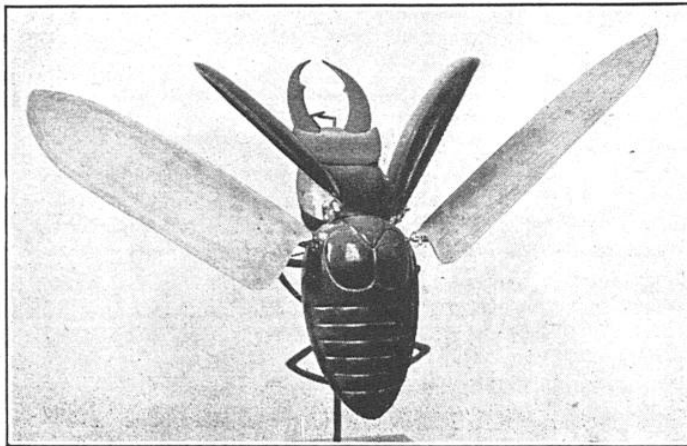


FIG. 1. — MODÈLE ARTICULÉ D'INSECTE RÉALISÉ PAR LE PROFESSEUR MAGNAN, DANS SON LABORATOIRE

Ce modèle permet de reconstituer, à grande échelle, les diverses positions relatives des ailes au cours du vol d'un insecte à élytres, tel que le cerf-volant représenté ci-dessus.

dans chaque zone, une série de fentes assurant la prise de vue continue pour l'objectif correspondant. Il suffit que les fentes éclairantes de chaque zone soient convenablement *décalées* sur celles de la zone voisine pour que les images prises à travers les unes et les autres ne fassent pas double emploi, mais, au contraire, se complètent. Le décalage des fentes, d'une zone à l'autre, se traduit sur les quatre rubans juxtaposés par un décalage en longueur des quatre séries d'images. Celles-ci, lues à la manière des mots sur un livre qui serait imprimé légèrement de travers, c'est-à-dire de gauche à droite, rétablissent donc, ligne à ligne, la continuité cinématographique désirée.

**Les étapes
de l'ultra-
rapide : 3.200,
5.000, 12.288
vues
par seconde**

Déjà par ce procédé, M. Magnan, collaborant avec M. Huguenard, avait réalisé, en 1931, un cinématographe donnant 3.200 vues par seconde. Mais les images se chevauchaient.

Continuant ses recherches dans son laboratoire de mécanique animale du Collège de France, avec la collaboration de M. Chifflet et de son fils Claude, le docteur Magnan a corrigé les défauts de l'appareil primitif en perfectionnant le système d'obturation et le système de mise au point des quatre objectifs montés sur un bloc d'ensemble, aussi

bien que de chacun d'eux pris séparément. La minutie a été poussée jusqu'à diaphragmer différemment les quatre objectifs, puisque la *vitesse de passage* des fentes éclairantes (et par conséquent la durée d'exposition de l'image) diminue avec la distance de l'objectif au pivot du disque obturateur.

Les objectifs ont été munis de tubes destinés à remédier aux halos et à centrer exactement chaque lentille sur l'objet, ce qui est très important, étant donné la faible taille des insectes que l'éminent physiologiste du vol se proposait d'étudier.

Les premiers perfectionnements apportés par M. Magnan, dès 1932, au cinématographe ultra-rapide, lui permirent d'obtenir bientôt 5.000 vues par seconde. L'obturateur mis en jeu comportait sept séries radiales de quatre fentes. Chaque image occupait sur la pellicule une largeur de 5 mm 5 et une hauteur de 4 mm 5. L'opération exigeait un éclairage intense de l'objet ; un condensateur de lumière, alimenté par un arc électrique continu, y pourvoyait.

Au cours de ces essais, la vitesse linéaire du film dépassait 5 mètres-seconde. La largeur des fentes de l'obturateur correspondait à un temps d'impression de l'ordre de $1/50.000^{\text{e}}$ de seconde.

La figure de la page 406 permet d'évaluer les progrès réalisés : elle représente l'enregistrement du vol d'un papillon (*Triphaena*

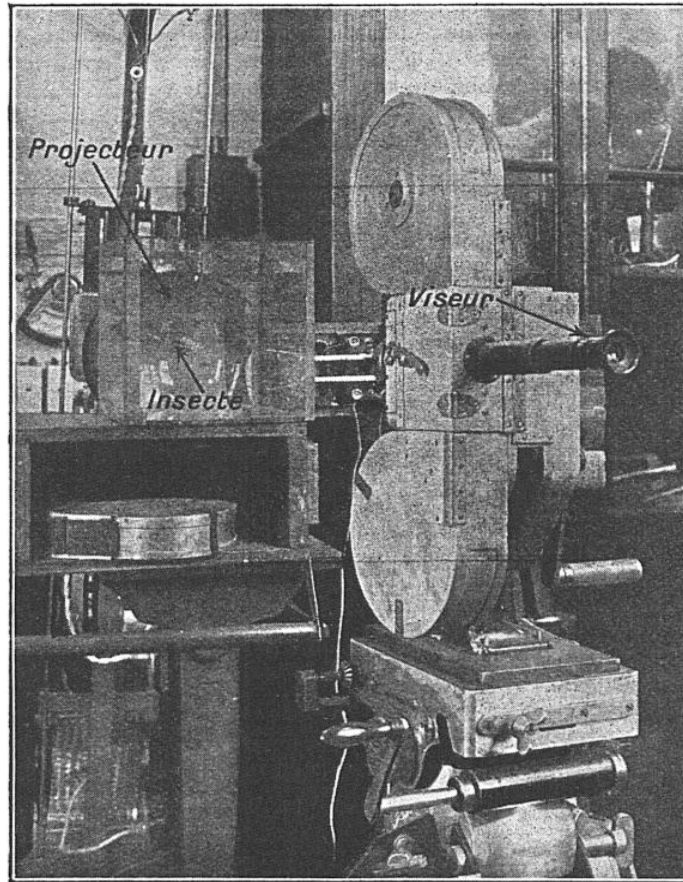


FIG. 3. — L'APPAREIL CINÉMATOGRAPHIQUE ULTRA-RAPIDE « HUGUENARD-MAGNAN » EN ACTION

L'insecte à cinématographier vole dans sa cuve de verre violemment éclairée par un projecteur situé à l'arrière-plan ; l'opérateur le suit grâce au viseur du premier plan.

pronuba), en concomitance des vibrations d'un diapason (48 par seconde), qui sert de repère à la mesure des temps.

Mais, dans le monde des insectes, le papillon est un lourdaud. La moindre mouche bat des ailes deux fois plus vite que le diapason à 48 vibrations. Et certains moustiques vibrent à une fréquence parfaitement audible, qui concurrence le diapason véritablement musical, car celui de 48 vibrations est volontairement choisi au-dessous de la gamme. Il fallait donc hausser le cinéma au niveau de ces fréquences élevées.

M. Magnan y est parvenu, grâce à un organe très spécial de son nouvel appareil, une plaque à quatre fenêtres d'ouvertures réglables, qu'il interpose entre l'obturateur tournant et le film. En rétrécissant ces fenêtres, de manière à accroître le nombre des images, en rétrécissant leur hauteur jusqu'à 1 mm 8 et en construisant un obturateur à vingt séries de quatre fentes, il obtint, dès le début, 10.500 vues par seconde et bientôt 12.288.

La vitesse de déroulement du film demeurait toujours 5 mètres-seconde, et la rotation de l'obturateur, 100 tours par seconde. Ainsi, les images sont trois fois moins hautes, mais trois fois plus nombreuses, sans que l'objet cesse d'être saisi tout entier.

L'étude du mouvement des ailes des insectes

La première recherche qui s'imposait avec un tel appareil était d'analyser le vol des insectes tout d'abord du seul point de vue cinématique.

Sans doute, grâce aux travaux de Marey et de ses successeurs, on connaissait l'allure générale du mouvement d'ailes d'une mouche et, en particulier, la trajectoire hélicoïdale que tracent dans l'air les extrémités de ces ailes (1) ; mais il restait à faire l'analyse

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 170, page 131.

« fine », aussi détaillée que possible, de ces mouvements. De plus, il convenait de faire porter l'étude sur la foule des diptères, hyménoptères, lépidoptères, coléoptères, demeurés inobservés. Les commodités du nouveau cinématographe ultra-rapide s'y prêtaient admirablement. Le vol de quarante-quatre espèces d'insectes est ainsi passé devant le film du docteur Magnan.

Comme exemple de ces analyses cinématiques, nous prendrons celle qui a trait à la mouche *volucelle*.

On constate d'abord un rapprochement des ailes au-dessus du corps de l'animal.

Puis chaque aile s'abaisse, déployée au maximum avec une certaine inclinaison (environ 10°) de son plan vers l'avant, le bord intérieur étant plus bas que le postérieur. Vue de face, l'aile se présente presque par la tranche, sans flexion apparente. Parvenue au plus bas de sa course (la pointe de l'aile ne descend pas, en général, plus

bas que l'horizontale de son point d'attache), l'aile opère un brusque retournement qui la rend presque verticale, à angle droit par conséquent de la position précédente. Puis elle remonte dans cette position jusqu'à ce qu'elle soit nettement au-dessus du corps. Alors les bords antérieurs se rapprochent, un nouveau retournement du plan se produit et le cycle recommence.

Cette analyse avait été révélée par Marey, mais le cinéma ultra-rapide en donne certaines nuances ignorées avec une précision qui a permis d'établir, par exemple, le schéma de la page 407.

Les *hyménoptères* qui possèdent deux paires d'ailes, exécutent le même mouvement d'ailes et le cinéma révèle que les deux ailes apariées restent comme soudées par leurs bords contigus durant le battement. Fantaisie de la nature qui, après avoir créé deux ailes de chaque côté de l'insecte, l'oblige à agir comme s'il n'en

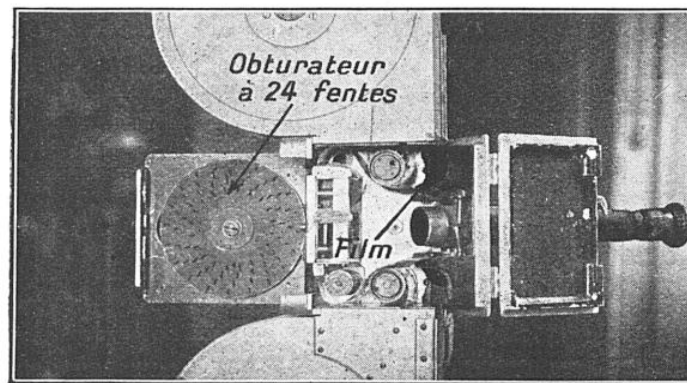


FIG. 4. — L'APPAREIL CINÉMATOGRAPHIQUE ULTRA-RAPIDE « HUGUENARD-MAGNAN » OUVERT

Cette vue montre les vingt-quatre fentes de l'obturateur circulaire (à gauche) tournant devant quatre objectifs juxtaposés dans le bloc optique de droite (dont nous donnons le schéma ci-après). À droite, le viseur de l'appareil.

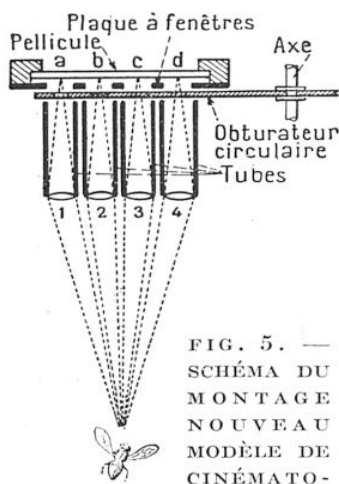


FIG. 5. —
SCHÉMA DU
MONTAGE
NOUVEAU
MODÈLE DE
CINÉMATO-
GRAPHE ULTRA-RAPIDE

Les récents perfectionnements apportés par le professeur Magnan consistent dans la séparation rigoureuse des images, au moyen des tubes portant les objectifs et de la plaque à quatre fenêtres placée en avant de la pellicule cinématographique.

de l'abaissement de l'aile, et gagne alors, d'un seul coup, plusieurs centimètres de hauteur. Il commence à perdre de la hauteur quand l'aile est presque relevée à nouveau ; il retombe alors de 3 centimètres, ce qui correspond à la chute inévitable durant le temps où la sustentation n'est plus assurée. Bref, le papillon saute dans l'air comme le kangourou sur la prairie.

Mais ces étourdis, qu'il faut enfermer dans une cuve de verre pour les cinématographier, ont apporté au docteur Magnan une idée qu'il fallait, c'est le cas de le dire, saisir au vol. En battant les parois de la cuve, leurs ailes se « déplument », si l'on peut ainsi dire, de cette fine poudre de riz qui leur sert de duvet. Et chaque battement imprime à cette poussière impalpable un mouvement circulaire autour de l'animal, le courant étant tout d'abord dirigé vers l'arrière, puis vers l'avant. On peut ainsi étudier les remous autour des ailes. Quand un individu, observe M. Magnan, se maintient au point fixe en battant des ailes, la tête contre la paroi, à quelques centimètres du plancher, il se produit une violente chasse d'air vers le bas, à la fin de l'abaissement ; le duvet qui repose sur le plancher est projeté avec violence dans tous les sens, et de même quand

avait qu'une seule. Il en est de même chez les *lépidoptères*. En somme, les papillons n'ont d'ailes doubles que pour mieux les replier au repos. Question de superficie et d'encombrement au garage. Reste à savoir si, d'après le régime de vol, les deux ailes ne se chevauchent pas plus ou moins ; ce serait le principe de l'aile à surface variable.

Le vol du papillon est intéressant par ses saccades. Appuyé au début sur le sol, le lépidoptère cinématographié (fig. 7) s'élève, surtout à la fin

les ailes remontent pour se refermer au-dessus du corps de l'insecte. Mais, quand les ailes se détachent de nouveau, elles produisent un « effet de vide » que le duvet en suspension dans la cuve accuse nettement. Le même phénomène a lieu avec les grosses mouches et les bourdons.

Cette observation, dont les papillons fournirent spontanément le « matériel », comme on dit dans les laboratoires, nous conduit tout naturellement à l'étude aérodynamique du vol. Car, vous le pensez bien, le docteur Magnan allait développer la méthode d'observation que venaient de lui suggérer les lépidoptères. En remplaçant le duvet flottant par des fumées encore plus légères, il allait pouvoir déceler les *mouvements de réaction* de l'air le long des ailes.

Avant de passer à ce nouveau point de vue, notons une loi curieuse découverte par le docteur Magnan : *si on multiplie la longueur de l'aile par le nombre des battements, dans une même espèce, ce produit est sensiblement constant*. Il en résulte que la vitesse de l'extrémité de l'aile paraît être sensiblement la même, dans chaque groupe, quelle que soit la taille.

Le secret du vol des insectes : ce sont des moteurs « à réaction »

Une particularité permanente du mouvement de l'air dans les battements de vol d'un insecte, analysés en première approximation, comme il vient d'être dit, consiste en ceci *qu'il se produit au bord de fuite de l'aile un courant dirigé vers l'arrière de l'animal*. Ce courant d'air est continu et de vitesse sensiblement constante. Il varie seulement avec les espèces. Il joue évidemment, par réaction, un rôle non négligeable dans la propulsion et aussi dans la sustentation du volateur.

Ainsi, les ailes d'insectes qui participaient de l'hélice par le mouvement hélicoïdal de leurs extrémités, constituent également une turbine « à réaction ». C'est ce qu'ont démontré les plus récents travaux du docteur Magnan effectués avec la collaboration de son fils Claude.

En étudiant de très près la morphologie des insectes, ces chercheurs ont constaté que l'aile des

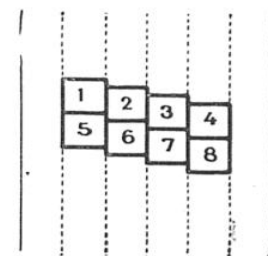


FIG. 6. — L'ORDRE
DE SUCCESSION DES
IMAGES DANS LE FILM
DU CINÉMA ULTRA-
RAPIDE

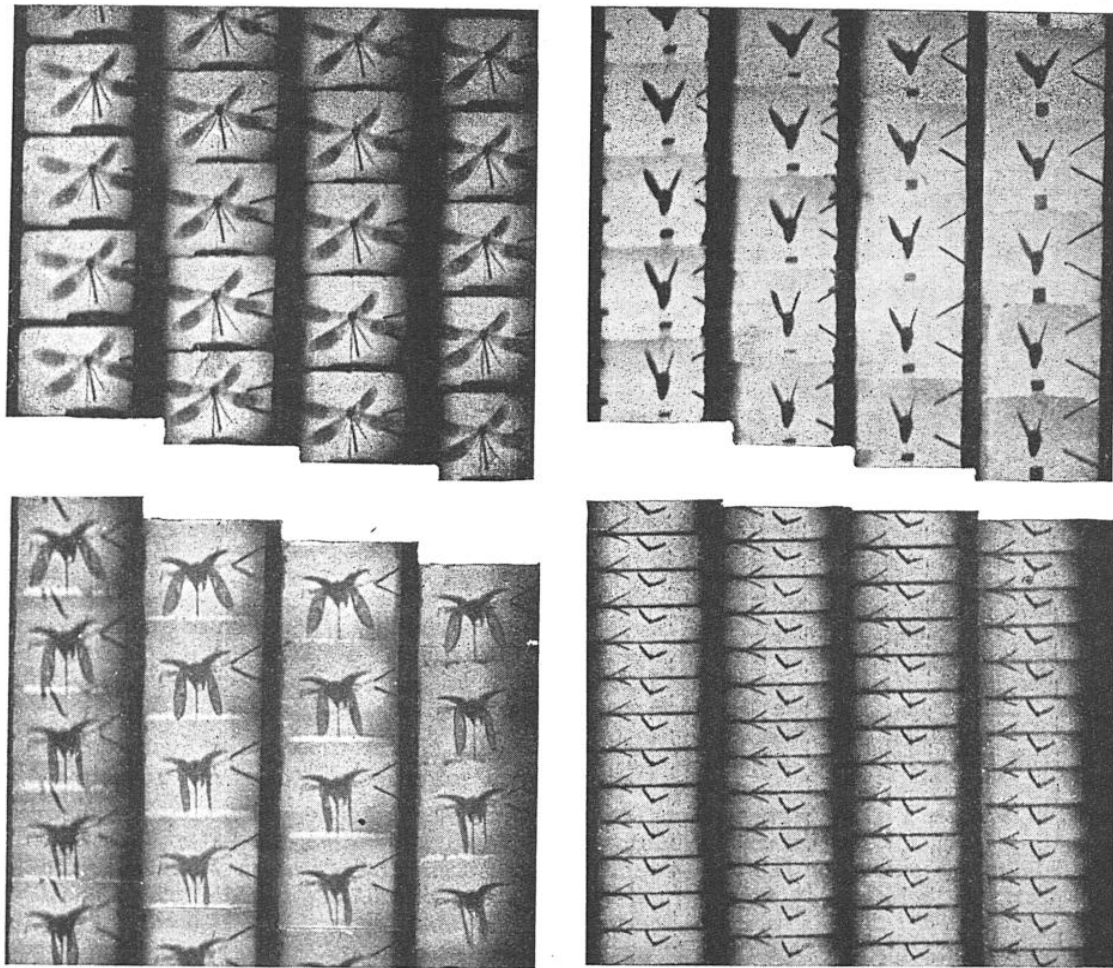


FIG. 7. — VOICI LES ENREGISTREMENTS DU VOL DE DIFFÉRENTS INSECTES, D'APRÈS LES PROCÉDÉS DE CINÉMATOGRAPHIE ULTRA-RAPIDE DU PROFESSEUR MAGNAN

En haut, à gauche : enregistrement du vol d'une libellule (*callopteryx splendens*), à raison de 2.800 vues par seconde. A droite de l'insecte, les branches du diapason servant de chronomètre. — En haut, à droite : enregistrement du vol d'une mouche, à raison de 3.072 vues par seconde. A droite de chaque cliché, les branches du diapason servant de chronomètre. — En bas, à gauche : enregistrement du vol d'un lucane (insecte à élytres) vu de face, à raison de 3.356 vues par seconde. — En bas, à droite : enregistrement du battement d'ailes d'un papillon (*vanessa levana*) vu de face, à raison de 12.288 vues par seconde. Sur la gauche des films de cette dernière figure, on aperçoit les branches du diapason dont la vibration (48 par seconde) sert, en l'espèce, de chronomètre.

diptères, en particulier, possède une structure en *rigoles*, de très petites dimensions par rapport à celles du plan alaire. Par exemple, chez une mouche (*Cynomya Mortuorum*), on distingue trois rigoles principales dont la section a une forme de V plus ou moins fermé, et dont l'ouverture est dirigée vers la face inférieure.

Grâce à leur orientation, ces rigoles qui, au cours du vol, *canalisent l'air* en le rejetant effectivement vers l'arrière, servent à

la propulsion. Ce sont là des conduites (dont la largeur et la profondeur se mesurent par 2 ou 3 dixièmes de millimètre) qui partent d'un « petit bassin » (1 à 2 millimètres de base sur 0 mm 5 de profondeur) dans lequel le vent s'engouffre au cours du battement, et qui se terminent « sous forme d'une large tuyère ressemblant à un cône aplati « d'aspirateur ». Ainsi l'air comprimé par le vol dans le bassin s'écoule par les rigoles jusqu'au bord de fuite, où se fait sentir la

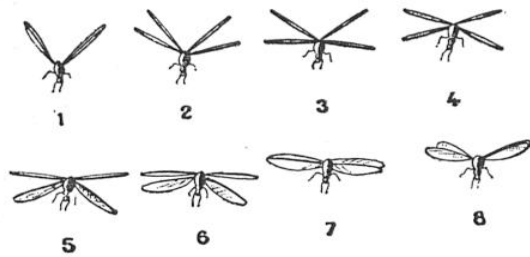


FIG. 8. — L'ANALYSE PHOTOGRAPHIQUE DU VOL DE LA LIBELLULE (EXTRAITE D'UN FILM), D'APRÈS LES HUIT POSITIONS CARACTÉRISTIQUES DES AILES

force de réaction résultant de ce mouvement.

Une première vérification de cette hypothèse aérodynamique se trouve dans ce fait : si on sectionne le tiers externe ou le tiers postérieur de l'aile (en écourtant, par conséquent, les rigoles sans les empêcher d'agir dans leur partie restante), le vol de l'insecte n'est pour ainsi dire pas modifié. Mais si la section est faite de biais sur le bord d'attaque, la rigole principale est mise hors de service et le vol est arrêté. De même, si on bouche les « tuyères » des rigoles au moyen d'un vernis, sur le bord de fuite, l'air ne peut plus passer. Le vol est encore impossible.

La démonstration de principe étant faite, il convenait de mesurer le débit de l'air dans les rigoles, afin d'en calculer la réaction. Les auteurs y ont parfaitement réussi, comme nous allons montrer, sur les mouches et les libellules, dont les ailes sont pourvues de telles rigoles — visibles à l'œil nu, telles des nervures de feuilles ; par contre, les hyménoptères et les lépidoptères semblent posséder des ailes plus proches parentes de celles de l'oiseau.

L'anémomètre à « fil chaud » permet de mesurer les courants d'air sur l'aile des insectes

Nous connaissons déjà les expériences de mesures effectuées par MM. Magnan, Huguenard et Planiol, sur les courants aériens (1) par le moyen de l'anémomètre à « fil chaud ». Un fil de platine très fin ($2/100^{\text{e}}$ de millimètre), porté au rouge par un courant électrique, est refroidi proportionnellement à la vitesse du courant d'air auquel il est exposé. La résistance du fil (donc l'intensité du courant absorbé) varie en raison de ce refroidissement. Celui-ci mesure donc, en fin de compte, la vitesse du courant d'air.

Étudier par ce principe les filets d'air qui

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 145, page 39.

courent le long des ailes d'insectes en vol n'était pas chose facile. Les auteurs, le docteur Magnan et son fils, y sont parvenus cependant en plaçant leur fil chaud (de 2 mm 5 de longueur) à l'extrémité d'une petite canne mobile, qui fait ainsi l'office de sonde exploratrice.

Le fil chaud est préalablement étalonné par montage sur un diapason qui l'entraîne dans sa vibration. On constate que le fil mesure bien (par l'intermédiaire d'amplificateurs et d'un milliampermètre) les variations de ce mouvement pendulaire, théoriquement bien connues.

Au cours des mesures effectuées sur les ailes d'un oiseau (*rossignol du Japon*), à la fréquence de 17 battements par seconde, la vitesse du courant d'air s'est révélée de 8 mètres par seconde. Sur le *bourdon des jardins* (fréquence du battement, 90), la vitesse est de 2 m 30 par seconde. Sur le *bourdon jaune* (fréquence, 128) la vitesse est 2 mètres-seconde. Sur la *mouche bleue* (fréquence 110), la vitesse est 2 m 20 par seconde.

Poussant plus avant la finesse expérimentale, le docteur Antoine Magnan a réussi à filmer les déplacements de l'air dans le vol des insectes par la méthode de « réfraction » d'un faisceau lumineux traversant l'air brassé. Celui-ci variant de densité par la compression subie, le faisceau est dévié en conséquence. Le cinéma saisit ces déviations.

La puissance motrice d'un insecte en vol

Les mesures effectuées par ces méthodes ont permis d'aboutir aux chiffres suivants, en ce qui concerne la *volucelle*, par exemple.

La masse d'air déplacée à chaque abaissement de l'aile atteint 1, 4 centimètres cubes, ce qui représente, pour 120 battements par seconde, 120 centimètres cubes ou $1/6^{\text{e}}$ de litre. En utilisant le théorème « des quantités de mouvements », ce que permet la connaissance de la vitesse moyenne du « centre de poussée » de l'aile (3 m 3 par seconde), que révèle le cinéma

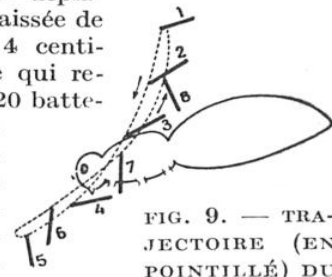


FIG. 9. — TRAJECTOIRE (EN POINTILLÉ) DU MILIEU DE L'AILE D'UNE MOUCHE PENDANT UN BATTEMENT

Les sections antéro-postérieures de l'aile, en passant par ce point à toutes les phases du vol, indiquent (par un trait gras) les mouvements oscillants du plan de l'aile au cours du battement.

ultra-rapide, le calcul mathématique (effectué par MM. Magnan, Sainte-Laguë et Claude Magnan) a montré que le poids qui peut être sustenté, pendant l'abaisse, par cette colonne d'air en mouvement, est de 73 milligrammes. Or, ce poids est justement celui de l'animal en question.

Pendant la relevée, les forces de sustentation consécutives à l'action des rigoles, sont du même ordre de grandeur. La volucelle, constamment soutenue, peut donc faire du « point fixe », sans avancer ni reculer, sans monter ni descendre. Et c'est l'un des mystères les plus curieux du vol des insectes qui se trouve de la sorte éclairci.

Quant à l'air canalisé par les rigoles, les auteurs ont pu évaluer que sa réaction fournit à la volucelle des vitesses variant de 1 m 8 à 4 mètres par seconde, ce qui correspond bien aux mouvements réels.

Le passage du vol filé au vol stationnaire, l'insecte l'exécute par une manœuvre que le cinématographe ultra-rapide a permis de déceler. En abaissant leurs ailes à plat perpendiculairement à l'axe du corps, et en les relevant de même dans le plan vertical, les mouches annulent le débit d'air le long des rigoles. Ce qui assure le vol sur place.

Mais le résultat le plus intéressant de la recherche de MM. Antoine et Claude Magnan et Sainte-Laguë, réside peut-être dans la détermination de l'énergie nécessaire à l'insecte pour voler.

Ils ont montré que la sustentation, comme la propulsion, étaient assurées par une très faible dépense relative d'énergie : 2,2 kilogrammètres par seconde et par kilogramme d'animal.

S'il était légitime d'extrapoler ces résultats à des machines du même ordre de gran-

deur et de poids que nos aéroplanes les plus petits, il en résulterait qu'un engin de 100 kilogrammes, établi sur les principes de vol de la mouche, n'aurait besoin que de 3 ch 1/2 pour se soutenir en l'air et y progresser.

On sait que plusieurs inventeurs ont imaginé des avions à quatre ailes battantes du type « libellule ». Imaginé seulement, car la réalisation de ces machines met en jeu, dans les alternances rapides qu'elles exigent, des forces d'inertie exagérées. Même en appliquant la loi du docteur Magnan (d'après laquelle, seule la vitesse de l'extrémité de l'aile importe au vol), nous doutons qu'on puisse atteindre, avec de l'acier, la légèreté des plans alaires de la libellule.

Quoi qu'il en soit, nous savons mainte-

nant pourquoi des êtres aussi peu musclés que les insectes (150 grammes de muscles moteurs pour 1 kilogramme d'animal, alors que la lourde perdrix en possède 350, fort heureusement pour nos fourchettes) sont capables de voler des heures et des heures sans fléchir, tel le moustique, compagnon bruyant de nos insomnies.

CHARLES BRACHET.

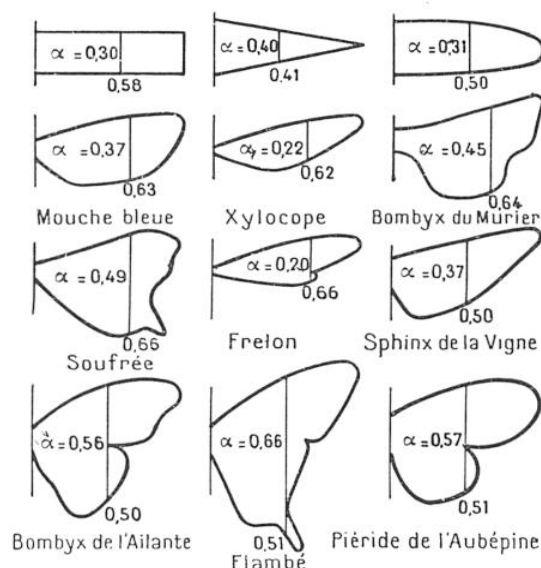


FIG. 10. — FORMES DIFFÉRENTES D'AILES DE DIVERS INSECTES ET LEUR RÉPERCUSSION SUR LE RENDEMENT DU VOL.

En première ligne, trois formes purement théoriques avec leurs coefficients respectifs relatifs : l'un (α), au rendement en fonction de la « profondeur » de l'aile ; l'autre, en fonction de la distance du centre de poussée à l'axe de rotation de l'aile. — Au-dessous (de gauche à droite), les différentes formes représentent les ailes naturelles de la Mouche bleue, du Xylocope, du Bombyx du mûrier, de la Soufrée, du Frelon, du Sphinx de la vigne, du Bombyx de l'ailante, du Flambe et de la Piéride de l'aubépine.

QU'A FAIT LA FRANCE POUR PARER A LA GUERRE CHIMIQUE ?

Par le lieutenant-colonel REBOUL

Les grandes nations militaires du monde réprouvent uniformément la guerre des gaz et... la préparent scientifiquement en secret, en Europe, comme en Amérique, du reste. Nul ne se dissimule en effet, aujourd'hui, que la guerre aérochimique s'est considérablement développée dans l'espace et dans le temps, — depuis les timides applications de la fin de la guerre, en 1918 —, et qu'elle jouera, dans les conflits futurs, un rôle de premier plan, sinon un rôle décisif. Notre éminent collaborateur, le colonel Reboul, qui a étudié au jour le jour les progrès réalisés dans ce domaine, expose ici, d'une façon toute objective, l'importance tactique du matériel chimique de guerre et les moyens défensifs à mettre en œuvre pour parer, autant que possible, au danger aérochimique.

Peut-on empêcher la guerre chimique ?

La guerre chimique est-elle possible ? Elle est, à la vérité, interdite par les accords de la Société des Nations (1), mais que valent ceux-ci ? Peu de chose certainement. L'histoire récente le prouve. Toutes les puissances qui participèrent à la guerre de 1914 avaient adhéré aux accords de La Haye en octobre 1907, qui interdisaient aux belligérants « l'empoisonnement des sources et des aliments destinés à l'adversaire, ainsi que l'emploi des projectiles chargés de substances toxiques ». Cela n'empêcha point les Allemands, le 22 avril 1915, d'émettre sur un front de 6 kilomètres, entre Bixshotte et Langemark, une vague de gaz asphyxiants qui nous coûta 5.000 morts.

En cas de nouveau conflit, un des adversaires, malgré ses promesses, ne renouvellera-t-il point la même manœuvre, comptant sur le succès pour qu'on oublie plus tard sa déloyauté ? C'est à craindre, d'autant que tous les corps essentiels pour la production des gaz asphyxiants sont d'un emploi courant dans la chimie industrielle.

Pour que la guerre chimique ne puisse pas recommencer, la France, au lendemain de l'armistice, avait demandé qu'une convention précise lie les diverses puissances adhérentes à la Société des Nations et que des sanctions soient prévues contre celle qui violerait cet engagement. Le 6 février 1922,

(1) L'article 171 du traité de Paris stipule que « l'emploi de gaz asphyxiants, toxiques ou similaires, ainsi que de tous liquides, matières ou procédés analogues, étant prohibé, la fabrication et l'importation en sont rigoureusement interdites en Allemagne. Il en est de même du matériel spécialement destiné à la fabrication, à la conservation ou à l'usage des dits produits ou procédés ».

nos représentants signaient, à Washington, avec ceux des Etats-Unis, de l'Angleterre, de l'Italie et du Japon une convention dite « Pacte de Washington », d'après laquelle ces puissances « s'engagent à ne pas utiliser les gaz de combat, en cas de conflit éventuel, et à n'y recourir qu'au cas où la puissance agressive en ferait elle-même usage ».

Cet accord, quelque bénin qu'il fût, ne put pas être généralisé. Nous tentâmes une autre manœuvre. D'accord avec la Belgique, la Pologne, la Petite-Entente et aussi la Bulgarie, nous proposâmes à la Société des Nations la résolution suivante : « Tous les Etats possédant une industrie chimique s'engagent à aider l'Etat attaqué. Ils s'engagent même à des représailles collectives, en utilisant les moyens chimiques dont ils disposent, contre l'Etat qui se livrerait à une agression par les gaz ». La menace de représailles collectives aurait pu faire hésiter une puissance à violer cet engagement. Notre proposition fut malheureusement repoussée, grâce aux intrigues allemandes.

Actuellement, nous vivons, au point de vue éventualité d'une guerre chimique, sous la loi du protocole de juin 1925, dit « de Genève », qui interdit la guerre chimique et la guerre bactériologique. Mais ce protocole n'a pas été ratifié par tous les Etats qui l'avaient accepté; de plus, il ne prévoit aucune sanction spéciale pour rupture d'engagement.

La France, confiante dans les accords échangés, ne poursuit aucune étude pour s'outiller offensivement. Il n'en est pas de même de certaines puissances étrangères où des organismes spéciaux effectuent des recherches pour la production de gaz nocifs. L'Allemagne est dans ce cas.

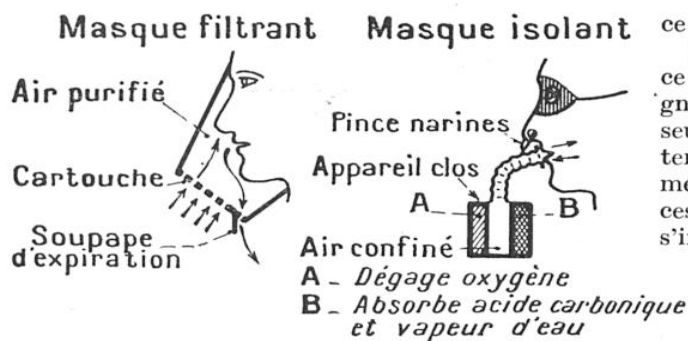


FIG. 1. — SCHÉMAS COMPARATIFS DES MASQUES « FILTRANTS » ET DES MASQUES « ISOLANTS »

Dans le premier cas, l'air extérieur, chargé des gaz nocifs, est simplement filtré. Dans le second, c'est le même air qui est constamment respiré, après absorption de l'anhydride carbonique et de la vapeur d'eau et enrichissement d'oxygène.

Elle ne se défend guère, du reste, de ces préparatifs. Pour ses écrivains, la suppression de la guerre chimique n'est qu'une utopie. Deux d'entre eux (1) écrivent : « La guerre des gaz offrira aux nations les plus cultivées, au sens technique et scientifique du mot, une arme supérieure, qui, comme telle, confiera aux peuples les plus habiles à la manier, une suprématie mondiale, voire même l'empire du monde. »

Nous sommes donc prévenus. Les Allemands n'hésiteront pas à recourir à l'arme chimique dans un prochain conflit.

Quels gaz seront utilisés ?

Il est impossible de prévoir à quels gaz l'ennemi aura recours. Presque toute l'industrie des matières colorantes peut, du jour au lendemain, se transformer en industrie chimique de guerre. En modifiant les réactions normales, on peut, au lieu de matières colorantes, pharmaceutiques ou photographiques, obtenir des produits toxiques.

Ces recherches peuvent s'effectuer dans le plus grand secret. Seuls peuvent être au courant de la fabrication, le chimiste et un ou deux aides. Le gaz produit est expérimenté, classé en tant que rendement, puis tout rentre dans le silence. Quelque temps avant de s'en servir, la puissance qui aura décidé de recourir à cette forme de guerre n'aura qu'à alerter son chimiste. Quelques légères modifications à l'outillage existant, et le gaz toxique sera produit rapidement en quantités industrielles, à condition que la puissance qui aura pris cette décision possède une industrie chimique développée,

(1) HANSLIAN et BERGENDORFF dans *Der chemische Krieg*, chez Mittler und Sohn.

ce qui est le cas de l'Allemagne.

Sur ce que prépare le Reich dans ce domaine, nous manquons de renseignements positifs, précis. Nous savons seulement que ses savants expérimentent les arsines et les produits organo-métalliques et organo-métalloïdiques ; ces derniers, très toxiques, peuvent s'infiltrer à travers les interstices les plus imperceptibles. Ils étudient également les gaz liquéfiés. Il est probable que leur choix n'est pas encore fixé. Ils attendront le dernier moment pour adopter le produit toxique qui leur paraîtra devoir effectuer le plus de ravages.

Ces produits sont souvent appelés gaz de combat ou gaz asphyxiants, bien que tous ne se présentent pas à l'état de gaz (le type de ces derniers est le chlore). Certains sont des liquides projetés en l'air sous forme de fines gouttelettes (ypérite) ; d'autres se présentent comme des particules solides très ténues. La gamme de ces produits était déjà extrêmement riche à l'armistice. Ils se divisent en : suffocants, irritants, vésicants et toxiques.

Les gaz suffocants les plus connus sont le chlore (Cl_2) et le phosgène ($COCl_2$), ce dernier plus particulièrement nocif ; il est dix fois plus actif que le chlore, mais il est très fugace parce que très léger. Pour qu'il s'évapore moins rapidement, les Allemands le mélangent à de fines particules solides qui l'alourdissent.

Les gaz irritants se divisent en sternutatoires et en lacrymogènes. Les seconds sont, en général, des liquides qui se volatilisent lors de l'explosion et brûlent les yeux ; le plus connu est le bromure de benzyle ($C^6H^5CH_2Br$). Les premiers, au contraire, se présentent sous forme de poussières très ténues qui sont projetées lors de l'explosion et s'insinuent par les plus petites ouvertures ; elles attaquent les muqueuses du nez et des bronches. Le plus connu des sternutatoires est le diphénylchloroarsine ($[C^6H^5]_2AsCl$) utilisé par les Allemands dès septembre 1917.

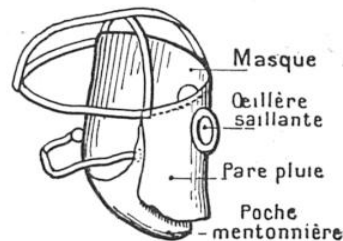
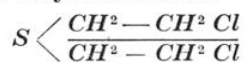


FIG. 2. — SCHÉMA DU MASQUE « M 2 », FABRIQUÉ EN FRANCE, A TRENTA MILLIONS D'EXEMPLAIRES, PENDANT LA GUERRE

Le type des vésicants est l'ypérite, ainsi appelé parce qu'employé la première fois dans la région d'Ypres. C'est un liquide, un sulfure d'éthyle dichloré :



qui dégage une odeur piquante. Les Anglais l'appellent le gaz moutarde. L'ypérite pénètre dans la peau. Il est à la fois caustique et vésicant. Sa particularité principale est sa persistance.

Les principaux gaz toxiques sont l'acide cyanhydrique, ou acide prussique ($CN H$), et l'oxyde de carbone (CO). Ils ne produisent d'effet nocif qu'à une très forte concentration.

Il semble que les Allemands, en plus des arsines, se soient attachés à perfectionner la préparation de ces deux gaz toxiques. En plus de la liquéfaction de l'oxyde de carbone, ils auraient réussi à stabiliser l'acide cyanhydrique.

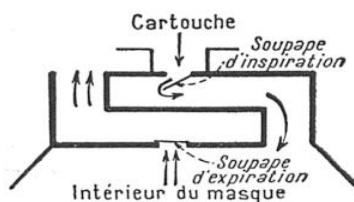


FIG. 3. — SCHÉMA MONTRANT LE FONCTIONNEMENT DU MASQUE « A R S », UTILISÉ EN FRANCE PENDANT LA GUERRE

L'air aspiré par la cartouche était rejeté directement dans l'atmosphère par une soupape d'expiration.

Comment seront employés ces produits

Les produits toxiques utilisés pendant la dernière guerre ont été employés sous forme de vagues ou par bombardement ; ces derniers se sont effectués par canon, par projecteur ou par avion.

Il est peu probable qu'on recoure encore à la vague. Elle exige un temps de préparation trop long, et des transports trop difficiles.

De plus, pour que ces émissions soient possibles, il faut que se trouvent réunies un certain nombre de conditions atmosphériques assez difficiles à réaliser. Il faut, notamment, que la direction du vent porte le gaz dans la direction de l'ennemi, que sa vitesse soit supérieure à 1 mètre à la seconde (sans quoi des remous peuvent faire refluer les produits toxiques sur les troupes émettrices), tout en restant inférieure à 3 mètres, pour éviter une trop grande dispersion.

Une attaque sérieuse par vague entraîne une consommation de gaz d'au moins 100 tonnes par heure et par kilomètre, ce qui donne lieu, en comptant le poids des récipients, à une manutention dangereuse d'au moins 200 tonnes par kilomètre de front

attaqué et par heure.

Les difficultés de transport ont amené les belligérants, dans la dernière guerre, à renoncer à l'emploi des vagues. Pour déverser sur l'ennemi leurs

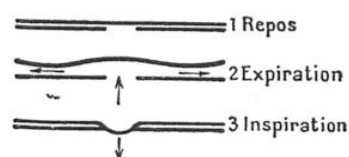


FIG. 4. — SCHÉMA MONTRANT LE FONCTIONNEMENT DE LA SOUPAPE D'EXPIRATION DU MASQUE FRANÇAIS « A R S »

produits toxiques, ils remplacèrent la vague par des tirs à obus toxiques. Dès que le projectile qui le contient éclate, le produit se répand sur le sol et agit suivant ses propriétés, dans un rayon d'action plus ou moins grand. Les Allemands, pour disposer de masses de gaz plus importantes, employèrent, dès le début, des projectiles à capacité élevée, c'est-à-dire de gros calibres.

Les projectiles à gaz allemands étaient de deux sortes ; les uns ne comportaient aucune charge explosive. Le détonateur de la fusée assurait une fragmentation sommaire de l'obus. Ils étaient désignés par une seule croix. D'autres en comportaient deux ; ils étaient alors pourvus d'une charge explosive plus forte, qui assurait une meilleure fragmentation des parois.

Les obus à gaz allemands étaient ainsi désignés :

- + verte, phosgène ($CO Cl^2$) ou diphosgène ou chloropierine ($CCl^2 NO^2$);
- + verte 1 (lacrymogène), cétones bromées et chlorure de phénylcarbylamine ;
- + verte 2, mélange de phosgène et de chlorodiphenylarsine ($[C^6 H^5]^2 As Cl$) ;
- + jaune, mélange d'éthyle dichloré et de tétrachlorure de carbone ;
- + bleue, chlorure et cyanure de diphenylarsine ;
- + + verte, chloropierine ;
- + + jaune, éthyle dichloré et oxyde de méthyle dichloré ;
- + + bleue, chlorure et cyanure diphenylarsine.

Les Allemands, avec ces obus à gaz, exécutaient trois sortes de tir différents : de surprise, de neutralisation et d'infection.

Les tirs de surprise (*Gasüberfalle*) étaient toujours exécutés à grande vitesse avec des obus d'une

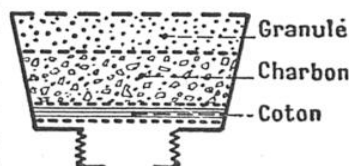


FIG. 5. — SCHÉMA DE LA CARTOUCHE FILTRANTE DU MASQUE « A R S »



FIG. 6. — EN ALLEMAGNE, ON ÉDUQUE LA POPULATION EN VUE DE LA GUERRE CHIMIQUE

Voici un masque transparent distribué à un grand nombre d'exemplaires, pour que chacun puisse se familiariser avec son emploi.

grande toxicité, afin d'atteindre l'adversaire avant qu'il ait pu se mettre à l'abri ou ajuster son masque.

Les tirs de neutralisation avaient pour but de rendre difficile à l'ennemi la traversée d'une zone, ou du moins de le contraindre à prendre des précautions multiples qui gênaient ses efforts et amoindrissaient son moral. Les Allemands appelaient ces tirs, tirs par vagues (*Schwadenschiessen*).

Les tirs d'infection (*Vercheuungsschiessen*) consistaient à infecter pour plusieurs jours une zone importante pour nous.

Les Anglais essayèrent de combiner les avantages de la vague (gros débit de gaz) et du projectile (transport plus facile dans la zone de l'avant) par l'emploi du *projector*. C'était un tube d'acier lisse, fermé à l'une des extrémités ; il était démontable en plusieurs anneaux, dont chacun était transportable à bras d'homme. Le feu était mis électriquement. Le projector envoyait jusqu'à 1.500 mètres des bombes chargées à 10 kilogrammes de phosgène.

Ce moyen, tout comme la vague, ne peut être employé qu'autant que les troupes ennemies stationnent depuis longtemps au contact l'une de l'autre et recommencent, somme toute, la guerre de tranchées. Le bombardement par obus convient, lui, dans tous les cas.

Il est un autre mode d'utilisation des gaz qui prendra certainement dans un prochain conflit plus d'importance qu'il n'en eut dans la dernière guerre : c'est celui du bombardement par avion. La guerre aérochimique inquiète tous les pacifistes. L'avion se rit des barrières fortifiées ou des positions ennemies ; il ira répandre, très loin en arrière, sur les populations qui auraient pu se croire à l'abri de toutes inquiétudes, des tonnes de

produits toxiques, contre lesquels il sera très difficile de se défendre. Qu'on pense que le record de distance en circuit fermé, ce qui compte le plus pour l'aviation de bombardement, est passé de 1915 kilomètres, en 1920, à 10.460 kilomètres en 1931.

Sans doute, il ne faut pas s'exagérer le danger de la guerre aérienne, par suite de l'emploi des gaz. Une grande ville, si la défense active est bien organisée, ne sera pas annihilée d'un seul coup, par un bombardement à obus à gaz. Pour obtenir une concentration des gaz mortelle aux êtres non protégés, on admet

généralement qu'il faut distribuer, par kilomètre carré, de 8 à 10 tonnes de matières liquides transformables en gaz par l'explosion de la bombe et jusqu'à 12 tonnes d'ypérite.

Mais ces produits toxiques sont contenus dans des bombes dont il faut ajouter le poids à celui des gaz. On arrive ainsi à la conclusion suivante : « Pour obtenir, par bombardement aérien, une densité de gaz mortelle, il faut déverser au moins 15 tonnes au kilomètre carré. Qu'on tienne compte des avions abattus, de ceux qui se trompent d'objectif, et

on arrive à un tonnage au moins triple ou quadruple. » Pour infliger à la population d'une grande ville des pertes telles qu'elles la contraindraient à imposer la paix à son gouvernement il faudrait : 1° que la puissance qui attaque dispose d'une énorme supériorité d'aviation ; 2° que l'adversaire n'ait pas pris les mesures de

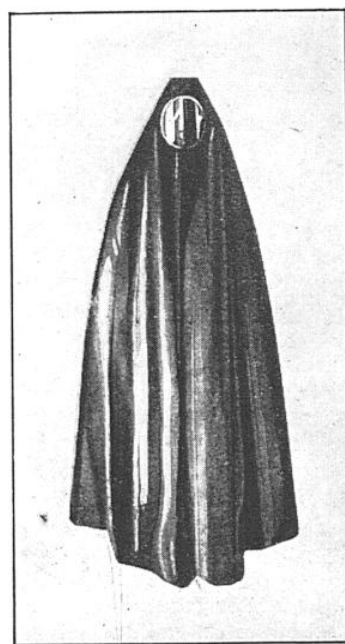


FIG. 7. — VÊTEMENT SPÉCIAL UTILISÉ EN ALLEMAGNE CONTRE L'« YPÉRITE »

défenses nécessaires, sans quoi les pertes résultant de ce bombardement peuvent baisser très rapidement.

Les moyens de défense individuels

Pour se protéger contre une attaque par les gaz, on peut recourir à des moyens de défense individuels ou à des moyens de protection collectifs. Les premiers peuvent être utilisés dans tous les cas. Les seconds exigent, pour être organisés, un certain laps de temps ; on ne pourra y recourir que dans les arrières ou dans les zones éloignées du champ de bataille, là où peuvent être exécutés des travaux d'une longue durée.

Pendant la dernière guerre, on organisa d'abord la protection individuelle. C'était naturel. Il fallait que le combattant pût vivre dans une atmosphère surchargée de gaz toxiques, c'est-à-dire qu'il conservât intacts ses yeux et ses voies respiratoires. On y parvint au moyen du masque.

On distingue deux types d'appareils : les uns sont à circuit fermé, les autres filtrants.

Dans les premiers, on utilise constamment le même air qu'on régénère en lui adjoignant de l'oxygène et en le débarrassant de son gaz carbonique. Ces engins peuvent fonctionner dans n'importe quel milieu, mais ils sont coûteux et durent peu. Les masques filtrants procurent à l'homme l'air extérieur, exempt de tout gaz et de toute matière toxique.

En France, dès le lendemain de la première attaque par les gaz, nous adoptons comme moyen de protection des tampons imprégnés d'hyposulfite de soude et de carbonate de soude dissous dans de l'eau glycinée. C'est le tampon *P*. Il n'arrête pas le bromure de benzyle. Pour s'en défendre, nous adoptons, sur la proposition du professeur Lobeau, un nouveau tampon, le *PI*, imprégné d'huile de ricin et de ricinate de soude.

De nouveaux gaz font leur apparition : le phosgène et l'acide cyanhydrique. Pour les combattre, on

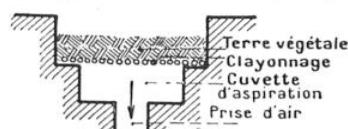


FIG. 8. — LES ABRIS CONTRE LES BOMBARDLEMENTS DEVRONT ÊTRE EFFICACEMENT PROTÉGÉS CONTRE LA PÉNÉTRATION DES GAZ. Voici une « prise d'air » d'un tel abri comportant un filtre en terre végétale susceptible d'absorber le chlore et le phosgène.

ajoute deux nouvelles compresses : la rouge, imbibée de sulfanilate de soude, contre le phosgène, et la verte, imprégnée d'acétate basique de nickel, contre l'acide cyanhydrique. L'en-

semble constitue le tampon *P2*.

Mais ce ne sont là qu'appareils de fortune ; ils sont difficiles à ajuster et n'assurent qu'une protection insuffisante. On s'ingénie à emprisonner ces tampons dans une enveloppe qui

enserme le nez et la bouche, englobe le menton et peut se fixer facilement. On obtient ainsi le masque *T* ou le masque *TN*, suivant que le nombre de compresses est de trois ou est réduit à deux. Il reste un progrès à réaliser : assembler à l'avance masque et lunettes. On y parvient rapidement. Le masque est désormais complet. C'est le *TNH*.

Tel quel, il protège efficacement l'homme ; il reste toutefois d'un maniement délicat. Des améliorations successives nous conduisent d'abord au masque *M2*, dont nous fabriquons près de 30 millions d'exemplaires, puis au masque *ARS*, dont la durée de préservation dans les milieux toxiques est considérablement accrue.

De ce masque, nous n'avions fabriqué, lors de l'armistice que quelques millions d'exemplaires (environ 6 millions). Il est encore en service aujourd'hui. Il comporte quatre parties essentielles : le masque, l'embase métallique, la cartouche et la bourrette.

Le masque, qui s'applique sur le visage, est constitué par deux tissus superposés, l'un caoutchouté, l'autre, enduit d'une solution d'huile de lin et de de tale ; les deux parties imprégnées se font face, les piqûres d'assemblage et de jonction aux brides de support et à l'embase métallique sont imperméabilisées. Deux œillères sont aménagées à hauteur des yeux ; elles sont munies de vitres en cellophane.

L'embase métallique supporte deux soupapes. La plus éloignée de la bouche est fixée sur la cartouche ; elle s'ouvre à l'inspiration et se ferme à l'expiration. La deuxième soupape qui communique avec le masque, s'ouvre à l'expiration et se ferme à l'inspiration. Le système fonctionne comme le montre le croquis joint (fig. 3).

L'air, avant de parvenir à la première soupape, passe dans une cartouche tronconique à enveloppe métallique dont la petite base est reliée à l'embase et dont la grande,

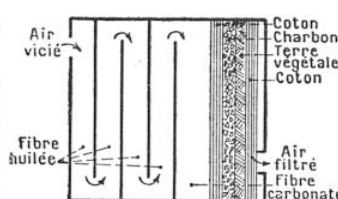


FIG. 9. — CAISSON-FILTRE ABSORBANT PLACÉ DANS UNE PRISE D'AIR D'UN ABRIS COLLECTIF

Un tel filtre permet d'arrêter la plupart des gaz, en particulier l'ypérite et les arsines.

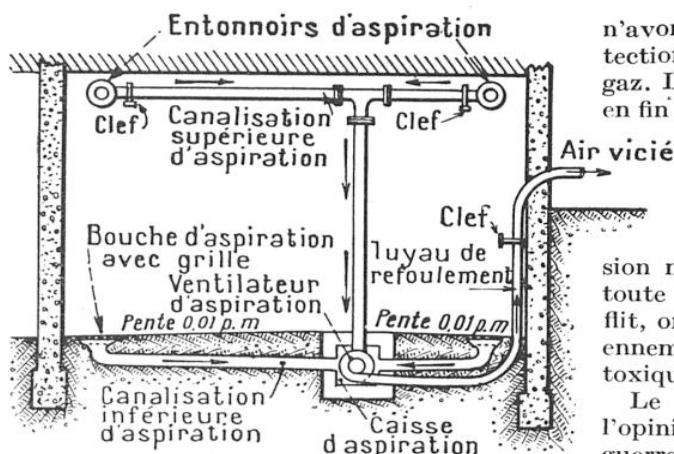


FIG. 10. — SCHÉMA D'UN DISPOSITIF POUR ASPIRER L'AIR VICIÉ D'UN ABRI, D'APRÈS LE PROFESSEUR PARISOT

fermée d'une grille, est en contact avec l'air. Entre les deux se trouvent les matières absorbantes. Pendant la guerre, celles-ci étaient constituées par plusieurs épaisseurs de gaze, du coton et par un granulé formé d'oxyde de zinc, de carbonate de soude, de soude caustique, de permanganate de potasse, de charbon de bois. Depuis l'armistice, on y a ajouté des produits contre les arsines.

La bourrette, interposée dans le circuit au delà de la cartouche, a pour fonction de débarrasser l'air des particules fines qui n'auraient pas été arrêtées par la cartouche et qui seraient toxiques.

L'adoption de l'ypérite par l'Allemagne nous amena à prescrire l'évacuation et la désinfection des régions où il avait été répandu en masses compactes. L'infection provoquée pouvant être particulièrement grave en ce qui concerne les yeux, les voies respiratoires et les parties sexuelles, on rendit obligatoire pour les équipes appelées à circuler en terrain contaminé le port de vêtements spéciaux à étoffe imprégnée d'huile de lin ; ces vêtements sont raccordés à des mouffes également imperméabilisés. Les pieds sont enveloppés dans des bottes de tranchée, les surfaces cutanées libres protégées par une pommade au chlorure de chaux.

Moyens de défense collectifs

Pendant la dernière guerre, les adversaires se sont surtout préoccupés de l'organisation des moyens de défense individuels. Nous

n'avons pas eu à nous inquiéter de la protection de la population civile contre les gaz. Les avions de bombardement existant en fin 1918 ne possédaient pas un rayon d'action suffisant et ne transportaient pas une charge utile suffisante pour pouvoir, par un bombardement à obus toxiques sur un grand centre urbain, produire une énorme impression morale. Actuellement, la question est toute différente. Dans un prochain conflit, on peut s'attendre à ce que des avions ennemis déversent des tonnes de produits toxiques sur nos grandes villes.

Le mérite d'avoir attiré l'attention de l'opinion publique sur les dangers d'une guerre aérochimique et de l'avoir aiguillée vers les moyens à employer pour s'en préserver revient particulièrement à nos amis, le professeur Parisot, de la Faculté de Nancy, et le commandant Hanra, directeur des mines de Mancieulles, qui, sans se lasser, par la parole et par la plume, ont exposé de quelle façon nous devrions nous organiser pour nous défendre et ont su rallier à leurs idées les pouvoirs publics.

La défense passive contre les gaz comprend des mesures préventives, des mesures de protection proprement dites et des mesures curatives.

Une seule mesure préventive est réellement efficace, c'est l'évacuation dans les grands centres urbains de toute la population inutile pour la défense de la cité et pour la vie de la nation. Dès la déclaration de guerre, elle devra être dispersée hors des grandes villes dans les villages environnants, en attendant qu'elle puisse être repliée vers des régions plus lointaines et moins exposées.

Cela nécessite

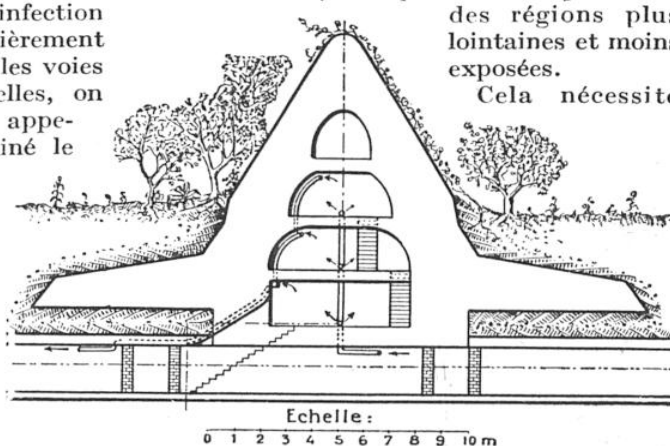


FIG. 11. — SCHÉMA D'UN ABRI COLLECTIF, D'APRÈS LE PLAN DU COLONEL ITALIEN ROMANI

Cet abri, à toit conique destiné à faire ricocher la plupart des obus qui le frappent, est imperméable aux gaz.

l'élaboration d'abord, puis, ensuite, le bon fonctionnement de plans de transports soigneusement établis et aussi la collaboration des habitants à évacuer. Nous pourrions peut-être arriver à des résultats plus rapides que ceux auxquels nous sommes parvenus jusqu'ici en faisant appel davantage à l'initiative privée. Ainsi, nous réquisitionnons encore actuellement à la mobilisation presque toutes les voitures de tourisme, ce qui n'a plus grande utilité, étant donné le développement des poids lourds. Cette mesure aboutira à l'amoncellement des voitures dans les parcs où elles ne seront pas employées et où elles seront bientôt inutilisables. Pourquoi, dans certaines conditions, ne pas les laisser à la disposition des familles qui les possèdent pour fuir les grands centres ?

On ne pourra toutefois jamais évacuer la population entière d'une grande ville. Quelles que soient les circonstances et quel que soit le danger, une partie devra demeurer sur place pour assurer certaines fonctions, postiers, pompiers, équipes sanitaires, services de certaines usines, etc. Ceux-là doivent être protégés efficacement contre tous les dangers auxquels ils s'exposent bénévolement pour rendre service à la masse de la nation. Il ne suffira pas de leur distribuer des masques — ce sera la première précaution à prendre — il faudra aussi organiser leur vie collective. Il faudra, tout d'abord, rendre la tâche de l'ennemi aussi difficile que possible, en masquant à ses vues tous les repères sur lesquels peuvent se guider ses aviateurs. Cela nécessite :

Un service de guet parfaitement organisé ;
Des liaisons téléphoniques sûres et ra-

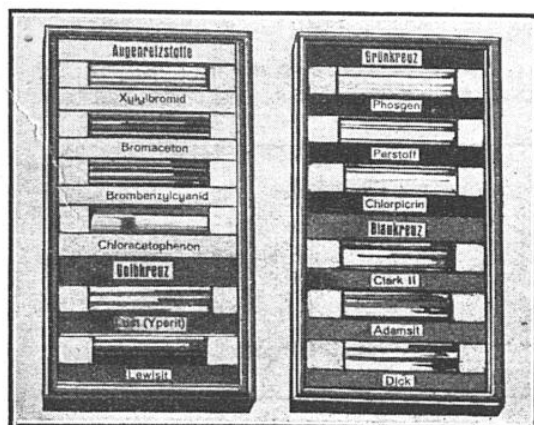


FIG. 12. — TABLEAU AFFICHÉ DANS LES ÉCOLES, EN ALLEMAGNE, POUR INDiquer LES GAZ LES PLUS REDOUTABLES

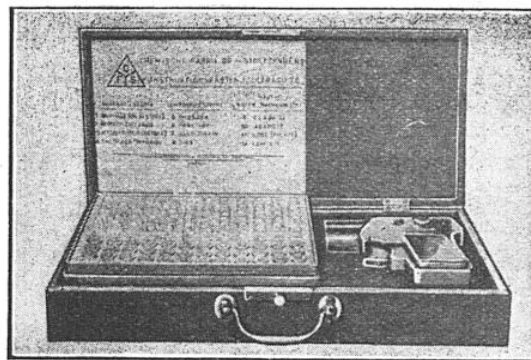


FIG. 13. — CAISSE CONTENANT DES CARTOUCHES RENFERMANT DES GAZ TOXIQUES. Cette caisse est utilisée couramment, en Allemagne, pour l'instruction des militaires.

pides pour propager l'ordre d'alerte ;

Une discipline stricte de la population pour l'extinction des lumières au premier signal ;

Une minutie extrême dans tous les soins de détail : cheminées d'usines revêtues de chapeaux de toile, baies d'ateliers revêtues de vitres passées au bleu, etc.

Quoiqu'on fasse, il faut admettre que l'aviation ennemie arrivera à ses fins et se livrera à un bombardement systématique de la ville. Comment s'en garantir ? En ayant prévu, au préalable, un nombre d'abris suffisants pour la population restante et en les ayant organisés solidement.

Le danger aérien pouvant revêtir des formes multiples, ces abris devront être aménagés aussi bien contre les obus explosifs et contre l'incendie que contre les gaz. Pour satisfaire à la première condition — et en ne considérant encore que des projectiles moyens — le plafond de ces abris doit pouvoir supporter sans inconvénient une surcharge brusque de 3 tonnes par mètre carré. Seule, une dalle en béton armé de 1 m 40 d'épaisseur et d'une portée maximum de 4 mètres, reposant sur des murs de façade de 0,70 et des murs de refend de 0,50, peut assurer la protection exigée. L'épaisseur de la dalle peut être diminuée si elle est surmontée de planchers sur solives bien étagés ou d'aires en béton.

On est ainsi conduit à installer ces abris dans des caves à voûtes très résistantes qu'on renforce, mais cette solution présente de graves inconvénients au point de vue gaz. Ceux-ci, étant plus lourds que l'air, ont toujours tendance à descendre. Il faut empêcher qu'ils envahissent les abris. Toutes les ouvertures doivent donc en être herméti-

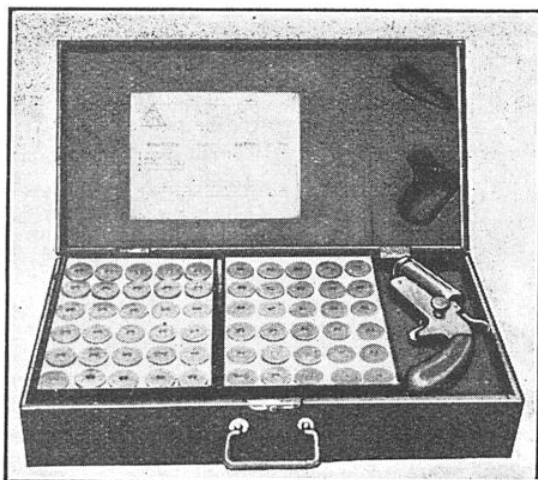


FIG. 14. — AUTRE TYPE DE CAISSE UTILISÉE EN ALLEMAGNE POUR L'INSTRUCTION EN VUE DE LA DÉFENSE CONTRE LES GAZ

quement bouchées, sauf deux ou trois sorties qu'on fermera au moyen de rideaux constitués par deux toiles pendantes masquant toute l'ouverture, qui seront séparées par un intervalle de 1 m 50 à 2 mètres et qu'on arrosera de solution neutralisante. Le sas formé par les deux toiles sera utilisé pour désinfecter les vêtements de toute personne arrivant du dehors.

On ne peut point se contenter d'empêcher les gaz d'envahir ces abris ; il faut aussi régénérer l'air intérieur, d'où des dispositifs qu'on ne devrait pas avoir à improviser et qui devraient constamment être prêts à fonctionner.

En même temps que les créations d'abris efficaces, il faut prévoir : 1^o les soins à donner à la population civile atteinte ; 2^o la désinfection du terrain ou des régions soumises à un bombardement par obus à gaz persistant. Cela nécessite :

La mise en service d'appareils de détection pour renseigner sur les gaz déversés ;

L'organisation d'équipes sanitaires pour transporter les blessés et les gazés vers des centres d'hospitalisation ;

L'installation de ceux-ci dans des conditions telles qu'ils pourront fonctionner en tout temps ;

La création d'équipes de désinfection qui auront pour tâche, avec du chlorure de chaux dilué et du sable, de nettoyer les parties de terrains contaminées par des produits vésicants.

L'étranger nous a devancés dans l'emploi de ces moyens passifs. L'Allemagne, notam-

ment, multiplie les exercices dans ce but. Au début, elle les exécutait en Prusse Orientale, loin de toute grande ville, loin surtout de ses frontières occidentales. Personne n'était instruit de ces manifestations. Depuis un an, elle les renouvelle sur le Rhin ou en Saxe, c'est-à-dire dans les régions où nos escadres de bombardement pourraient être amenées à agir, la première parce qu'elle constituerait la zone de concentration des armées du Reich, la seconde parce qu'elle englobe presque toutes les usines de guerre qu'il a établies le plus loin possible de nos bases aériennes.

Dans le domaine aérochimique, tout retard est extrêmement grave

Dans ce domaine, rien ne s'improvise, quoi qu'on dise. Quelques exemples, tirés de la dernière guerre, feront comprendre la nécessité d'une préparation très poussée.

Il nous a fallu :

10 mois pour envoyer du chlore à l'ennemi ;
7 mois pour lui renvoyer du phosgène ;
11 mois pour lui renvoyer de l'ypérite.

Si nous avons pu, pendant la guerre, utiliser du brome pour fabriquer des produits toxiques, nous le devons au plus grand des hasards. L'histoire en a été contée à une séance de la Société des Ingénieurs Civils de France. M. Kaltenbach, qui a mis au point la fabrication du brome, tant en France qu'en Tunisie, avait reçu à ce sujet, quelques jours avant la guerre, un plan d'ensemble d'un nouveau procédé allemand et quelques plans de détail. C'est avec ces documents bien insuffisants qu'il parvint à mettre debout, presque intégralement reconstitué, l'appareil prévu. Grâce à son initiative et à son esprit de recherche, nos services purent disposer du brome dont ils avaient besoin. Ils en réclamaient 4 tonnes, alors que nous n'en produisions pas avant



FIG. 15. — BOITES D'ALLUMETTES SPÉCIALES DÉGAGEANT DES GAZ ASPHYXIANTS

On les emploie, dans les écoles allemandes, pour habituer les enfants au port du masque.

MASQUES DE DÉFENSE	DATE D'ADOPTION	NOMBRE D'ENGINS FABRIQUÉS	DÉBUT DE FABRICATION	DÉBUT DE DISTRIBUTION AUX TROUPES
Sachets d'hyposulfite	Fin avril 1915	6.000.000	Mai 1915	10 Mai 1915
Tampons au ricin et au ricinate de soude	28 juillet 1915	13.000.000	10 août 1915	1 ^{er} Sept. 1915
Lunettes	Août 1915	12.000.000	Fin août 1915	Septembre 1915
Masques M 2	Janvier 1916	29.000.000	Février 1916	Mars 1916
Masques A R S	Fin février 1917	5.000.000	Mars 1917	Novembre 1917
Appareils Tissot, grand modèle....	Fin 1916	600.000	Janvier 1917	Avril 1917
Appareils Tissot, petit modèle....	Fin 1916	84.000	Avril 1917	Mai 1917

TABEAU MONTRANT LES DÉLAIS QUI SE SONT ÉCOULÉS, PENDANT LA GUERRE, ENTRE L'ADOPTION ET L'APPLICATION DES DIFFÉRENTS MOYENS DE DÉFENSE CONTRE LES GAZ

guerre ; nous importions tout d'Allemagne. Au début, pour nous en procurer de faibles quantités, nous dûmes nous adresser aux Américains, qui nous le vendaient de 40 à 50 francs le kilogramme, alors qu'avec nos usines de guerre, le kilogramme nous coûta de 6 à 8 francs.

Il n'est pas dit que, dans un prochain conflit, nous puissions, aussi facilement et aussi rapidement, nous procurer un produit indispensable. Ainsi, il nous a fallu beaucoup de temps pour pouvoir doter nos troupes d'un masque réellement efficace : un an.

Pour convaincre nos lecteurs de ce fait, nous avons résumé ci-dessus les dates d'adoption des divers engins de défense et celles de leur distribution aux troupes.

La guerre aérochimique peut obtenir, dans un temps très court, d'énormes résultats. A nous de nous mettre en situation de nous défendre avec le minimum de pertes, puisque, fidèles à nos engagements, nous avons renoncé à poursuivre l'étude des moyens agressifs. C'est notre tâche minimum ; encore faut-il la remplir.

Lieutenant-colonel REBOUL.

En quatre ans (1929-1932), les exportations françaises ont baissé de 30 milliards. Notre balance commerciale se trouve, de ce fait, dans une situation des plus critiques, susceptible de s'aggraver encore le jour où les monnaies anglo-saxonnes dévaluées seront stabilisées par rapport au franc. La concurrence commerciale à l'étranger est de plus en plus défavorable à nos industries. Notre construction aéronautique, par exemple, fournit de moins en moins les autres nations. Nous avons même perdu la clientèle de la Belgique, qui commande maintenant ses avions en Angleterre, à cause des qualités militaires et de sécurité des appareils britanniques, supérieurs à ceux livrés antérieurement par certaines firmes françaises. A l'heure actuelle, l'une des plus grandes marques aéronautiques anglaises envoie ses représentants en U. R. S. S., pour obtenir des marchés de l'Aviation soviétique afin de concurrencer les propositions faites récemment par nos propres industriels. Si ceux-ci ne savent s'imposer à l'étranger et par la qualité et par le prix, notre balance commerciale n'est pas sur le point de s'améliorer.

LA MANUTENTION DES GRAINS ENTIÈREMENT AUTOMATIQUE : ÉCONOMIE DE TEMPS, ÉCONOMIE D'ARGENT

Par Y. LEIMARCH

Les appareils de manutention mécanique ont pris, dans les différentes industries et dans les différents pays, un essor considérable au cours de ces vingt-cinq dernières années. C'est ainsi que, pour transporter les céréales, tous les grands pays producteurs, comme la République Argentine, le Brésil, le Canada, ont réalisé des installations mécaniques d'où l'automatisme a chassé définitivement la main-d'œuvre humaine. Economie de temps, économie d'hommes, maximum de rendement, tels sont les grands principes qui animent actuellement tout ce machinisme moderne. La France, pays agricole, importe cependant pas mal de céréales de l'étranger ; aussi a-t-elle su équiper ses ports en conséquence, en utilisant les derniers outillages perfectionnés mis en œuvre par ces grands pays producteurs du monde. La couverture du présent numéro représente l'un des plus récents aspirateurs flottants pour « manutentionner » le grain à la vitesse de 200 tonnes à l'heure !

L'INDUSTRIE des transports — qui constitue assurément une des branches les plus importantes de l'activité humaine — a pris, depuis une cinquantaine d'années, un essor considérable, qu'elle doit, en particulier, au progrès du machinisme.

D'année en année, en effet, on améliore les méthodes et les appareils de manutention qui permettent d'effectuer, en un temps extrêmement court et avec un personnel très restreint, les opérations de chargement et de déchargement qui demandaient autrefois de longues journées et une main-d'œuvre considérable.

A cet égard, les progrès tout récents réalisés, en particulier, dans les installations pour le stockage et la manutention des céréales sont particulièrement typiques. Le problème, dans ce cas, présente, en effet, des caractéristiques très spéciales : il s'agit de manutentionner une matière en vrac qui afflue, à certaines époques, en grandes quantités aux ports d'embarquement et qu'il faut, en conséquence, pouvoir stocker pour les réexpédier ensuite vers leurs destinations.

Plusieurs installations tout à fait modernes viennent d'être établies à cet effet, l'une dans le port de Marseille, les autres respectivement à Bahia-Bianca (République Argentine) et à Rio de Janeiro (Brésil).

Elles possèdent des caractéristiques analogues, c'est-à-dire d'immenses silos susceptibles de contenir d'énormes quantités de grains et des systèmes de transporteurs

(tapis roulants et élévateurs) permettant d'effectuer les chargements, déchargements, pesées, mises en sacs, etc., d'une manière entièrement automatique.

Examinons, par exemple, la plus importante : celle de Bahia-Bianca (République Argentine), dont la figure 3 nous permet d'admirer les dimensions imposantes. Elle a, en effet, une capacité de 80.000 tonnes de grains, peut recevoir 1.000 tonnes de grains par heure et charger simultanément six navires au taux de 1.000 tonnes par heure et par navire.

Voici comment se succèdent les opérations où, comme nous allons le voir, l'automatisme règne sur toute la ligne.

Le blé, moissonné et battu par les machines les plus modernes, est chargé sur des wagons spéciaux qui sont amenés directement à la gare de déchargement. Là, les wagons, qui sont à décharge latérale, se vident directement de leur contenu dans des trémies situées sous les voies et au-dessous desquelles se trouve un transporteur (tapis roulant). L'ensemble permet le déchargement simultané de vingt-quatre wagons. En outre, vingt-quatre autres wagons peuvent, en même temps, être prêts au déchargement, de telle sorte qu'il n'y a pas de temps perdu pour mettre les seconds en place dès que les premiers ont fini d'être déchargés.

Le grain, pris par un élévateur, est alors amené et déversé dans les cellules qui constituent le silo et qui sont réparties dans le bâti-

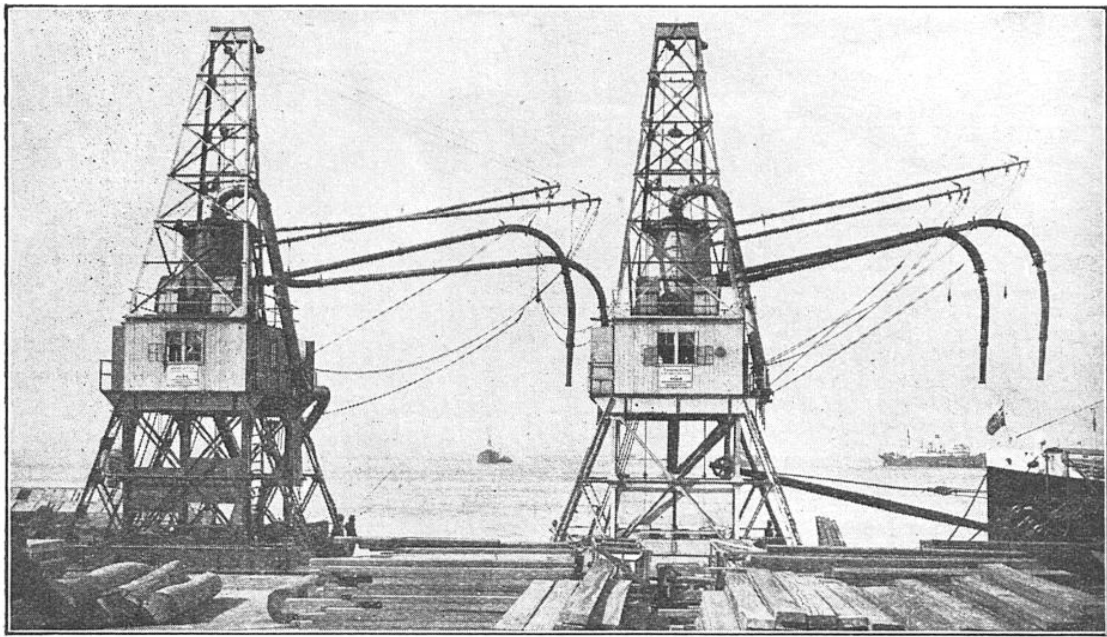


FIG. 1. — DEUX « ASPIRATEURS » POUR LE DÉCHARGEMENT DES NAVIRES, A RIO DE JANEIRO
Ces aspirateurs, ou élévateurs pneumatiques, aspirent le grain dans les soutes, par les longues « manches » que l'on voit sur la figure, pour le déverser sur des transporteurs qui les envoient aux silos.

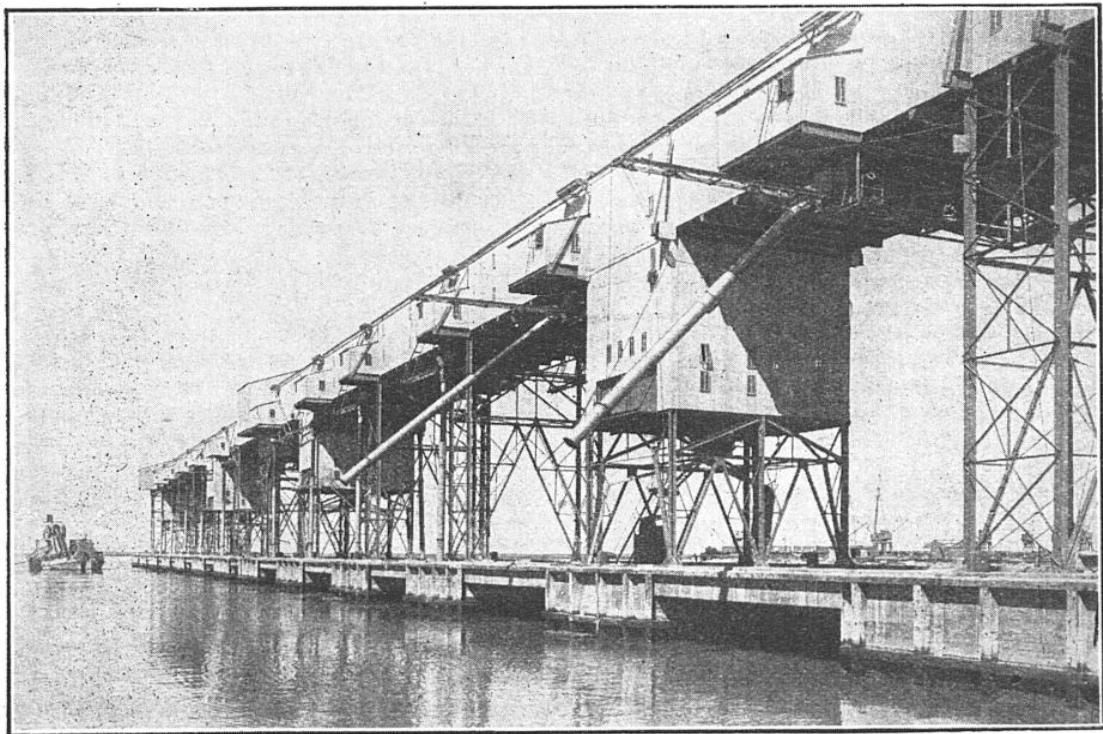


FIG. 2. — COMMENT ON CHARGE UN NAVIRE, A BAHIA-BIANCA (RÉPUBLIQUE ARGENTINE)
Le grain est amené par des transporteurs à la partie supérieure du môle que l'on voit sur la figure, pour être déversé directement, par les goulottes inclinées, dans les soutes des navires qui viennent accoster ce môle.

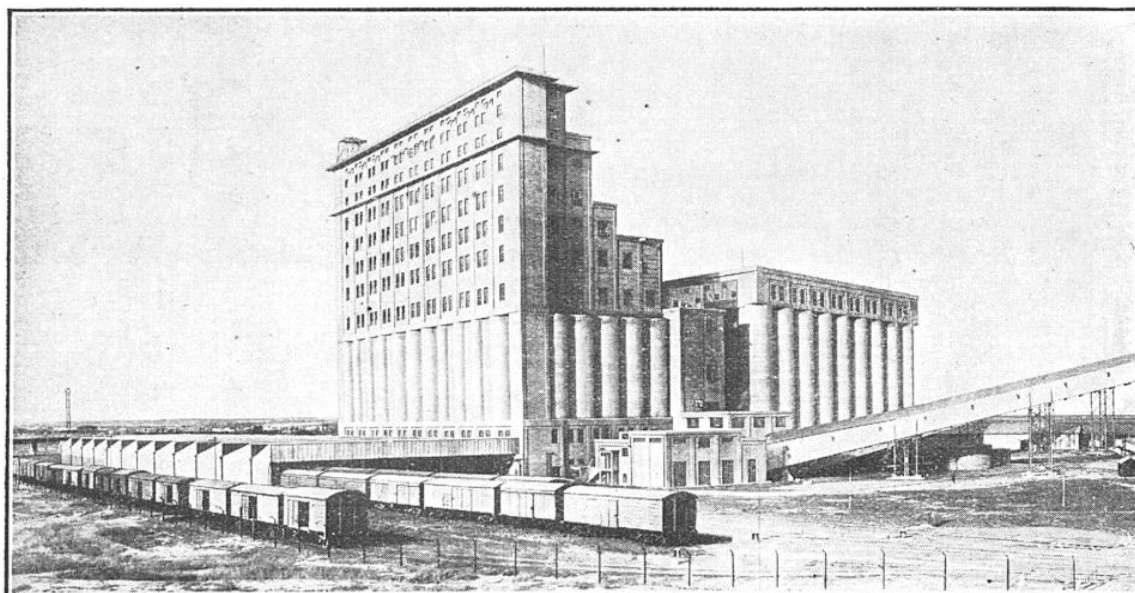


FIG. 3. — VOICI LES ÉNORMES SILOS DE BAHIA-BIANCA (RÉPUBLIQUE ARGENTINE), QUI VIENNENT A gauche, nous voyons le nouveau bâtiment, qui mesure plus de 70 mètres de haut. Au-dessous, à gauche, lant, qui aboutit au môle d'embarquement (à droite) où les navires sont chargés directement (voir fig. 1). de Bahia-Bianca peut recevoir 1.000 tonnes de grains à l'heure et charger

ment principal et les bâtiments annexes. A ce sujet, il convient de signaler que la construction de ces cellules soulève des problèmes techniques spéciaux, car le grain exerce sur les parois latérales de ces cellules des pressions qui ne sont pas les mêmes que celles qu'exercerait un liquide. Ces pressions varient d'ailleurs suivant que le remplissage a eu lieu rapidement ou, au contraire, lentement. Dans le premier cas, les pressions augmentent avec la profondeur jusqu'à un certain niveau, pour devenir ensuite à peu près constantes. Dans le second cas, la pression, après avoir atteint un maximum, tend à diminuer lorsque la profondeur augmente. La construction des cellules a, bien entendu, été établie d'après ces données.

Quoi qu'il en soit, ces cellules, à leur tour, peuvent déverser leur grain au moment voulu, par des goulottes qui s'ouvrent directement sur des transporteurs à courroies destinés à l'amener au môle du port d'embarquement.

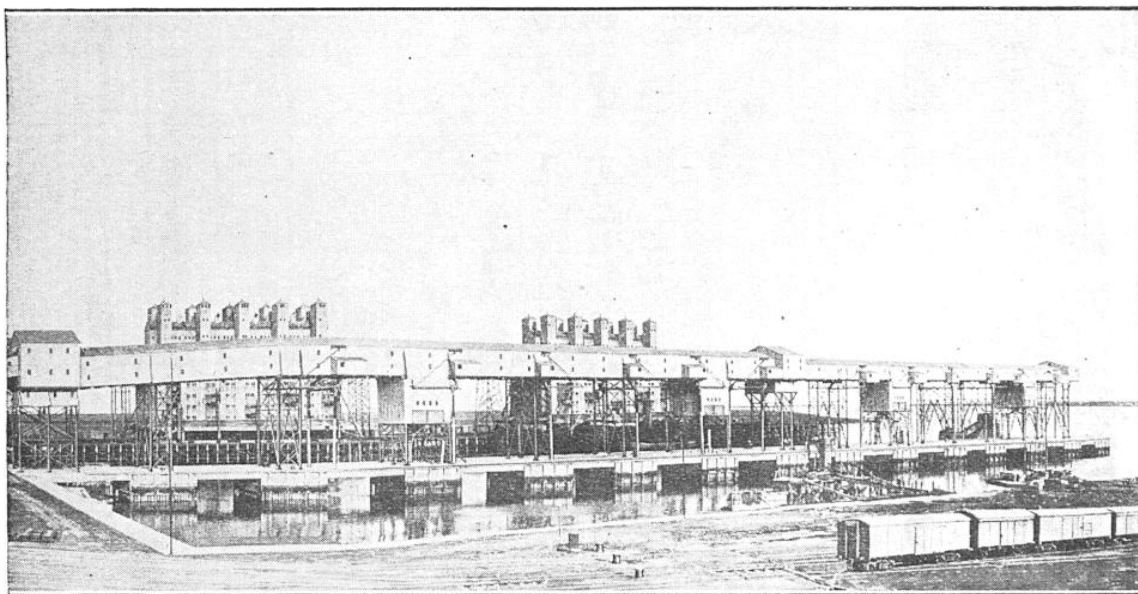
Là, comme on le voit sur la figure 2, le grain est déversé directement par des goulottes à l'intérieur des navires. Il peut également être ensaché et pesé automatiquement. Signalons que toute l'installation est actionnée électriquement et comporte, à cet effet, une sous-station pour abaisser le courant de 6.600 volts à 440. Plus de deux cents

moteurs électriques donnent une puissance totale supérieure à 9.000 chevaux-vapeur. Enfin, la longueur totale des transporteurs dépasse 8 kilomètres.

L'installation de Bahia-Bianca, que nous venons de décrire, est, avant tout, une station d'embarquement. Les blés, qui y arrivent par voie ferrée ou camions, y sont embarqués sur des navires dans toutes les directions.

L'installation de Marseille est, au contraire, une station de débarquement. Le blé y arrive surtout par mer pour être ensuite réexpédié par voies ferrées. En effet, bien que la France produise elle-même suffisamment de blé pour sa consommation, elle est obligée d'en importer une certaine quantité pour donner satisfaction à ses habitants. Il faut ajouter des « blés durs » aux blés indigènes pour obtenir le pain blanc dont le Français est friand. Les grands ports tels que Marseille ont donc été obligés de s'outiller en conséquence afin de recevoir les blés étrangers. Certes, le problème est légèrement différent du précédent, bien que toujours du domaine de la manutention automatique. Voici comment il a été résolu.

Tout d'abord, il faut procéder au déchargement des navires. On utilise à cet effet des « aspirateurs » pneumatiques, véritables pompes aspirantes, qui sont capables de



D'ÊTRE TERMINÉS RÉCEMMENT ET QUI PEUVENT STOCKER JUSQU'À 80.000 TONNES DE GRAINS l'installation de déchargement des wagons. Du bâtiment principal, part le long transporteur à tapis roulant. Derrière ce transporteur, les anciens silos, qui font penser à des châteaux forts moyenâgeux. L'installation simultanément sur navires, à la cadence de 1.000 tonnes à l'heure chacun.

débarquer chacun 200 tonnes de grain à l'heure. Ces appareils se déplacent sur un rail de roulement parallèle au quai, de manière qu'il ne soit pas nécessaire que le navire se déplace pendant toute la durée du déchargement. L'aspiration y est provoquée par des « turbo-soufflantes », qui créent une dépression de l'ordre d'un demi-atmosphère environ dans les « manches d'aspiration » qui plongent dans les soutes.

Le grain ainsi aspiré tombe ensuite, par des goulottes, sur un tapis roulant disposé au-dessous. Ce tapis le transporte à son tour au silo situé à 500 mètres de là environ, car il n'a pas été possible de construire ce bâtiment plus près du quai. Dans le silo lui-même, il est transporté par des élévateurs, pesé automatiquement, puis déversé dans les cellules où il est stocké.

La charge des wagons se fait en toute simplicité, ces wagons étant amenés sur des voies disposées au-dessous des cellules elles-mêmes, qui se vident par des orifices placés à leur partie inférieure sur des transporteurs qui les amènent à la porte même du wagon. Il existe également des dispositifs d'ensilage et de pesée automatiques.

Dans ce cas, la livraison, avec pesées de 120 kilogrammes, peut être assurée, par chaque appareil, à une cadence de 30 tonnes à l'heure.

On peut, bien entendu, livrer également le blé sur des camions : le chargement d'un camion de 11 tonnes peut être réalisé en cinq minutes.

Nous avons suivi ainsi toutes les manutentions subies par les céréales, embarquées, par exemple, en Argentine pour être débarquées à Marseille, et nous avons vu combien toutes ces opérations étaient aujourd'hui simplifiées. Depuis la production jusqu'à la livraison et à la consommation, l'automatisme règne d'une façon presque absolue. Même dans les installations qui ne sont pas aussi modernes que celles que nous avons décrites, la manutention du grain se fait aujourd'hui avec une très grande facilité. Il existe, par exemple, pour assurer le passage du grain des péniches sur les navires, et vice versa, des aspirateurs du genre de ceux que nous avons décrits à l'arrivée au port de Marseille, mais portés par des bateaux spéciaux. Ce sont des bateaux de ce genre qui sont représentés sur la couverture du présent numéro. Fabriqués en Allemagne, il y en a plusieurs qui sont actuellement en service en U. R. S. S., et ils ont permis de réaliser, dans la manutention du grain, des économies de temps et de main-d'œuvre véritablement remarquables.

Y. LEIMARCHI.

L'EXPOSITION DE CHICAGO, ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE VIVANT

L'EXPOSITION internationale de Chicago, « Un siècle de progrès », va fermer ses portes. Nous en avons déjà exposé (1) le but poursuivi : mettre en lumière tous les progrès réalisés dans le domaine scientifique et technique depuis cent ans. Nous ne reviendrons pas sur l'organisation générale de cette manifestation, son architecture, etc. Signalons seulement, à nouveau, l'absence regrettable de toute représentation officielle de la France, qui n'a pas jugé bon de dépenser, pour sa propagande, les quelques millions qui auraient été nécessaires à cet effet, alors que certains autres pays, comme l'Italie, ont réussi à réaliser — à peu de frais, d'ailleurs — des expositions très remarquables. Ainsi, notre propagande a été véritablement sacrifiée. Heureusement, on a pu admirer à Chicago une très belle exposition organisée par l'Institut Pasteur, par les soins de M. Lecomte du Nouy, pour faire connaître à ses visiteurs le rayonnement de cet organisme dans le monde entier.

Quoi qu'il en soit, pour en revenir à l'ensemble de l'Exposition de Chicago, elle a atteint le but poursuivi : constituer un enseignement vivant.

A cet égard, le « Pavillon de la Science », qui constituait le cœur de l'Exposition, ainsi que les pavillons réservés à l'électricité, sont à signaler particulièrement.

Le « Pavillon de la Science »

Dans le « Pavillon de la Science », divisé en six sections : physique, chimie, mathématique, biologie, géologie et médecine, on cherchait à démontrer les lois fondamentales des sciences expérimentales, à les rendre, en quelque sorte, tangibles à chaque individu.

A cet effet, il s'agissait de présenter, d'une manière continue et automatique, des expériences simples mettant ces lois en évidence. On imagine toute l'ingéniosité qu'il a fallu déployer pour réussir dans cette tâche. Les lois fondamentales de l'électromagnétisme, action d'un aimant sur un courant électrique par exemple, étaient, en quelque sorte, matérialisées par un gros électroaimant agissant sur un élément de courant, qu'il faisait mou-

voir périodiquement à chaque excitation qu'il recevait.

De même, en optique, le mécanisme des lois de la réflexion et de la réfraction était démontré au moyen d'un faisceau lumineux mobile, que l'on faisait tomber sur une cuve pleine de liquide, — l'ensemble étant placé devant une paroi noire de manière que l'on puisse suivre facilement la trace de ce faisceau. Le projecteur se déplaçait alors automatiquement dans l'air et dans le liquide, de façon à rendre visibles toutes les phases du phénomène : réfraction, réflexion totale, etc.

On réalisait d'une manière analogue, également « dynamique », des expériences montrant les lois de pression des gaz, etc.

Certaines de ces expériences se renouelaient d'une façon continue. D'autres, au contraire, étaient mises en train par les visiteurs eux-mêmes, à qui il suffisait, à cet effet, de presser sur un bouton.

Ce mode de présentation des expériences scientifiques n'est d'ailleurs pas nouveau, et il existe, en Allemagne, à Munich, un musée de technologie, le *Deutsches Museum*, qui offre également à ses visiteurs une présentation du même ordre. Mais la difficulté, à l'Exposition de Chicago, — difficulté qui avait, d'ailleurs, été brillamment surmontée, — consistait à rendre ces expériences visibles à un grand nombre de personnes à la fois.

Le « Groupe de l'Electricité »

Dans des bâtiments réservés à l'électricité, — le « Groupe de l'Electricité », — on cherchait surtout à montrer les applications pratiques de cette branche de la physique. On pouvait voir, en particulier, un système téléphonique en fonctionnement, ainsi qu'une installation télégraphique montrant la manière dont les télégrammes sont répétés et imprimés à des milliers de kilomètres de distance.

Une mention spéciale doit être accordée à une très curieuse présentation du fonctionnement des postes récepteurs de T. S. F. (fig. 1). On y voyait, amplifiée, la forme des courants aux différents étages de la réception, courants haute fréquence, moyenne fréquence, basse fréquence, et tout visiteur

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 192, page 515.

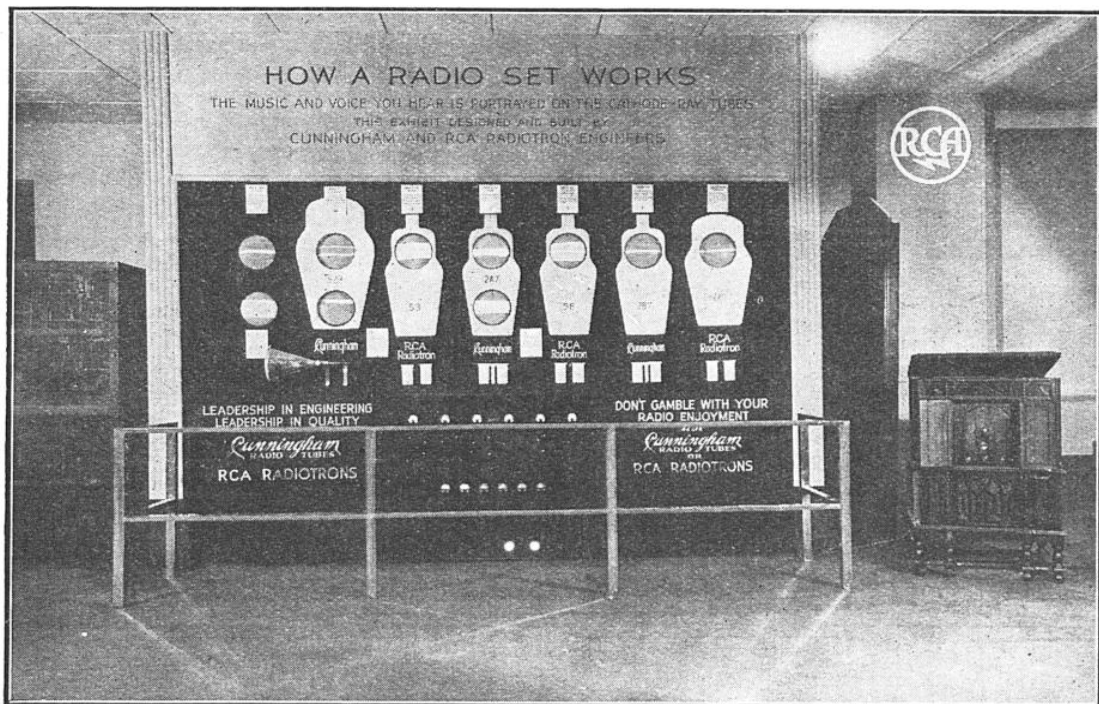


FIG. 1. — COMMENT ON MONTRAIT LE FONCTIONNEMENT D'UN POSTE RÉCEPTEUR DE T. S. F.
La forme des courants mis en jeu sur les différents circuits des lampes était représentée sur les lampes elles-mêmes. On voyait ainsi les formes vibratoires des courants d'antenne, de haute, moyenne et basse fréquence, et, enfin, du courant de haut-parleur.



FIG. 2. — UNE DES SALLES RÉSERVÉES À L'INSTITUT PASTEUR, À L'EXPOSITION DE CHICAGO

pouvait ainsi comprendre clairement le rôle de chaque lampe et la raison d'être de chaque transformation, qui aboutit finalement à la réception en haut-parleur.

Une place très grande était faite, en outre, à toutes les applications de l'électricité à la maison, à la ferme, à l'usine, etc.

Dans des applications industrielles, on voyait un four à induction dans lequel on pouvait, à volonté, faire varier la température jusqu'à 3.000 degrés.

Des disjoncteurs puissants, coupant une puissance de plus de 600 kilowatts, pouvaient être actionnés directement par les visiteurs, simplement en poussant un bouton.

Enfin, un ballon dirigeable, — maquette réduite du *Macon* (1), le plus grand dirigeable du monde à l'heure actuelle — se déplaçait « au commandement », lorsqu'un visiteur parlait devant un microphone, montrant ainsi tout ce que l'on peut attendre de la télémechanique à l'avenir.

Ailleurs, un train-jouet, actionné d'une manière analogue, s'arrêtait, repartait, faisait machine arrière, suivant les ordres donnés au microphone.

Dans le domaine électrobiologique, on présentait l'action des ondes à haute fréquence sur les organismes vivants, — ondes qui

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 192, page 500.

créent la fièvre artificielle et qui tuent les insectes avec les graines.

Dans les autres pavillons, appartenant à de grandes firmes, la même ingéniosité avait été dépensée pour plaire au public.

Nous avons déjà signalé l'usine construite

par la *General Motors*, et qui montrait, sous les yeux des spectateurs, le montage d'une automobile.

Une autre usine, appartenant à une grande firme caoutchoutière, montrait tous les stades de la fabrication des pneus : traitement de la gomme brute et mélange de cette gomme avec différents corps chimiques, application de cette gomme sur les toiles, découpage de celles-ci, fabrication proprement dite des pneus et leur vulcanisation. Toutes ces opérations étaient réalisées automatiquement. La vapeur à haute pression, l'air comprimé, l'eau sous pression et l'électricité entraient en jeu

pour cette fabrication de pneumatiques.

Partout ailleurs, le même principe était appliqué : donner aux visiteurs, d'une façon aussi simple et aussi concrète que possible, une idée sur la Science et l'Industrie modernes.

Ainsi, les visiteurs auront pu s'instruire en s'amusant, et c'est là le principal mérite de cette grandiose manifestation.

A. C.



FIG. 3. — UN THERMOMÈTRE DE 60 MÈTRES DE HAUT
Dans ce thermo mètre, une des attractions de l'Exposition, les degrés étaient indiqués par des tubes au néon, eux-mêmes commandés par un thermomètre à mercure placé à la base du bâtiment.

DES BUTOIRS PNEUMATIQUES GÉANTS PRÉSERVENT AUJOURD'HUI LES GRANDS PAQUEBOTS

AVANT-PORT en eau profonde du port de Bordeaux, le nouveau môle d'escale du Verdon, inauguré récemment par le paquebot *Champlain*, arrivant de New York, et situé à l'abri de la presqu'île de la Pointe de Grave, est un ouvrage d'art remarquable à différents égards.

Tout d'abord, sa conception. Ce n'est pas un quai ordinaire, mais une table-plateforme en béton, à étage, reposant sur quatre-vingt-seize piles foncées à travers le sable de la Gironde sur un terrain de fondation solide situé à environ 21 mètres sous l'étiage local. Un viaduc de 420 mètres de long le relie à la terre ferme : le trafic routier et le trafic ferroviaire y sont complètement séparés, la route charretière de ce viaduc d'accès aboutissant directement au premier étage du môle, grâce à une rampe en pente douce. Ensuite, le problème d'accostage des navires.

Dans un port ordinaire, où les quais sont habituellement des ouvrages compacts — jetées ou terre-pleins — solidement implan-

tés dans le sol et bien abrités, les navires souffrent généralement plus que les quais des heurts toujours possibles, au cours de cette opération. Plus d'une fois, malgré l'emploi de « défenses » et de « ballons » protecteurs, des coques ont été défoncées à la suite de fausses manœuvres, entraînant des réparations coûteuses et une immobilisation plus ou moins longue du bâtiment endommagé. Au Verdon, il fallait tenir compte de ce que, malgré l'abri assuré par la presqu'île de la pointe de Grave, le vent du large, la houle et les courants pouvaient dresser assez durement contre le môle un bâtiment voulant l'accoster ou même déjà accosté. D'autre part, si robuste que soit la plateforme, il faut se souvenir que celle-ci ne repose pas sur un terre-plein de déblais et d'enrochements, mais sur des piles d'une hauteur de 30 mètres environ. Il était donc plus indispensable encore que partout ailleurs de limiter à une valeur raisonnable les effets du choc des navires à l'accostage.

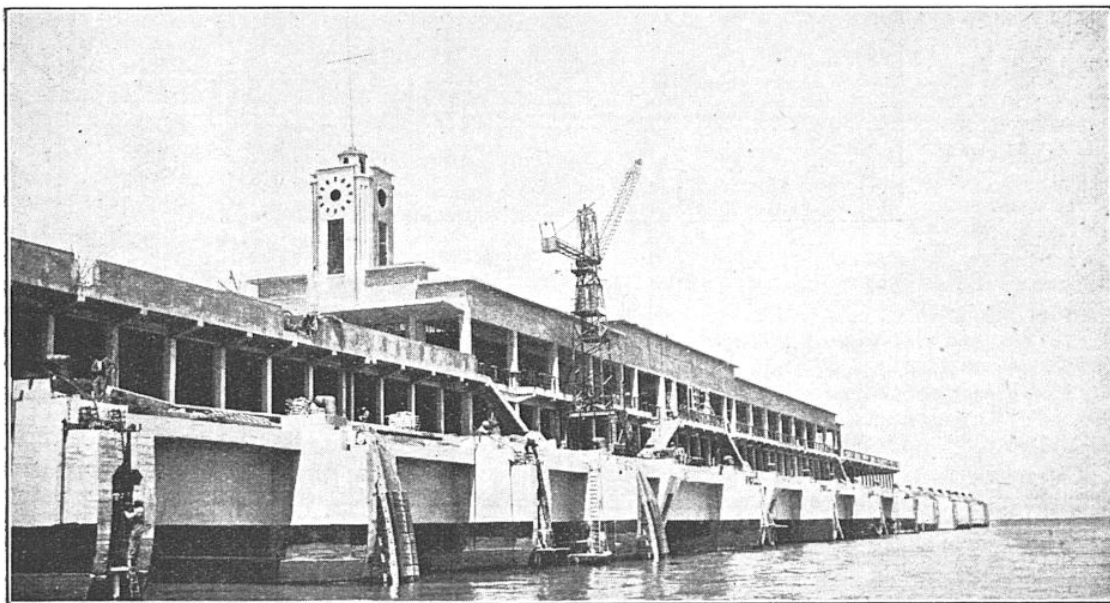


FIG. 1. — ENSEMBLE DU MOLE D'ESCALE DU VERDON (GIRONDE), AVEC LES BUTOIRS PNEUMATIQUES, DISPOSÉS TOUTS LES 30 MÈTRES, CHARGÉS DE PROTÉGER LES NAVIRES ET LE MOLE

On y est parvenu, dans des conditions plus que satisfaisantes, grâce à l'utilisation d'un nouveau dispositif amortisseur, conçu et réalisé par la Société S. I. M. E. C. et dont les photographies que nous reproduisons permettent de se rendre compte des caractéristiques et du fonctionnement.

Cet amortisseur, dénommé pare-choc marin, est installé à poste fixe ; on prévoit un pare-choc tout le long du bord d'un ouvrage accostable, à raison de un appareil tous les 30 mètres environ pour limiter à une valeur non dangereuse les réactions des choes des navires qui provoqueraient un martellement de l'ouvrage.

Les pare-choes du Verdon répondent aux deux conditions suivantes :

1° Amortir sur quatre pare-choes le heurt d'un paquebot de 60.000 tonnes, accostant le môle avec une dérive perpendiculaire à l'axe longitudinal de celui-ci pouvant atteindre 0 m 30 par seconde ;

2° Ne pas imposer au môle, au cours de l'accostage, une poussée horizontale supérieure à 125 tonnes par 15 mètres linéaire de môle.

Les essais de réception, qui comportaient notamment le lancement d'une masse flottante de 1.236 tonnes, contre un seul pare-choc, à une vitesse de 147 centimètres-seconde (1) ; l'accostage du *Champlain*, enfin, ont montré que ces pare-choes répondaient pleinement aux conditions imposées.

(1) Représentant presque 3 nœuds.

Chacun d'eux comporte un balancier vertical de 9 m 42 de hauteur, équilibré par un contre-poids, reculant perpendiculairement à l'axe longitudinal du môle entre deux joues de béton, solidaires de la plateforme, et pouvant tourner autour d'un gros axe d'acier.

Le balancier présente au flanc du navire

un épais matelas de bois d'azobé, imputrescible, large de 1 m 20, et le mouvement de recul du balancier est amorti par la résistance d'un appareil de freinage hydraulique. Quand l'élan du navire est arrêté, le balancier, qui pèse 32 tonnes environ, revient par gravité à sa position initiale : il repousse doucement le navire et provoque, en même temps, le rappel du piston de l'appareil hydraulique qui se retrouve automatiquement en état d'amortir un nouveau recul du balancier.

On a adopté, pour la face extérieure du

balancier, un profil vertical courbe, grâce auquel celui-ci roule avec un léger glissement sur le bordé du navire, au fur et à mesure qu'il recule dans son logement. En outre, les proportions et les dispositions adoptées pour les joues de guidage sont telles que le balancier peut résister impunément aux efforts de torsion qui se créent inévitablement, lorsque le navire, épaulé par un pare-choc, a conservé une erre tendant à l'entraîner horizontalement et parallèlement au bord du môle.

H. LE MASSON.

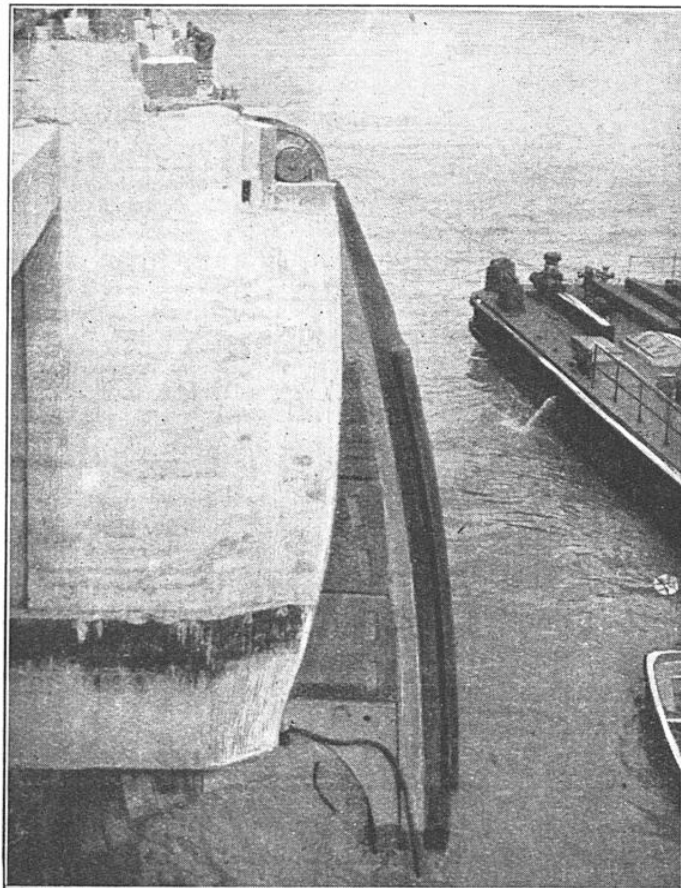


FIG. 2. — DÉTAIL DE L'UN DES BUTOIRS PNEUMATIQUES (PARE-CHOCS MARINS) INSTALLÉS AU MOLE DU VERDON

COMMENT ON CONÇOIT, AUJOURD'HUI, LA VOITURE AUTOMOBILE LÉGÈRE DE GRANDE SÉRIE

Par Jean MARTON

Sil'automobile reste toujours un véhicule incomparable pour la promenade et le voyage, elle est aussi devenue un véritable engin de travail, qui joue un rôle de plus en plus important dans le développement du commerce et de l'industrie. Mais ce résultat n'a pu être réalisé que parce qu'elle répond, aujourd'hui, aux conditions d'économie, de vitesse, de robustesse, de tenue de route et de confort exigées par

assez voisins l'un de l'autre, répondent cependant à des besoins différents. La 201 est une 6 ch de puissance fiscale, son moteur a une cylindrée de 1.125 centimètres cubes ; la 301 est une 8 ch, sa cylindrée est de 1.465 centimètres cubes. Toutes deux à quatre places confortables, elles comportent un équipement absolument complet : essuie-glaces, pare-chocs, malle arrière, etc. La 301 est naturellement un peu plus spacieuse,

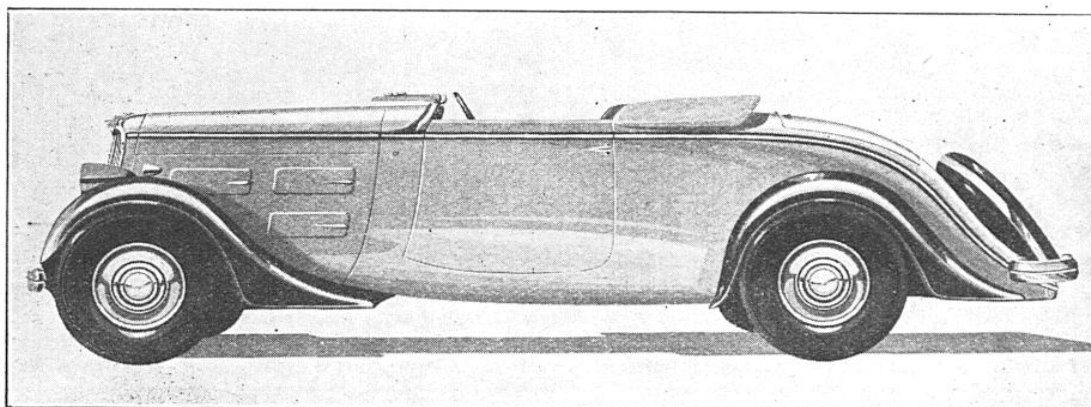


FIG. 1. — VOITURE « 301 » TORPÉDO, DONT LA FORME A ÉTÉ SPÉCIALEMENT ÉTUDIÉE POUR DIMINUER LA RÉSISTANCE OFFERTE AU VENT

l'usager. C'est à la fabrication en grande série, autorisée par la précision de la mécanique et mise au service de conceptions nouvelles, que l'on doit la réalisation des voitures vraiment modernes. Un exemple concret va nous permettre de voir comment a été résolu le problème en France.

Voici deux modèles de voitures légères modernes

Tout le monde connaît les modèles 201 et 301 que Peugeot a mis au point récemment. Les 160.000 voitures de ces types qui circulent en France prouvent surabondamment leur succès.

Rappelons que ces deux types, quoique

plus rapide, monte les côtes avec la plus grande aisance et autorise la réalisation de vitesses moyennes qui, il y a quelques années seulement, étaient l'apanage des grosses voitures, chères et grandes consommatrices de carburant. La mise au point de ces deux types de voitures, poursuivie pendant de longues années, a abouti à un ensemble de solutions dont voici les principales.

Les roues avant indépendantes : sécurité, confort

Il y a environ cinq ans, à la suite du développement des pneus « ballons » et des freins avant, apparut le fameux « shimmy », dont tout le monde a parlé alors. L'essieu

rigide avant étant considéré comme le principal responsable de cet inconvénient, on ne tarda pas à envisager l'indépendance des roues avant. Cette innovation ne pouvait cependant donner lieu à la fabrication en grande série qu'après de minutieuses études. Peugeot sut les mener à bien et, aujourd'hui, ses 201 et 301 sont toutes munies de ce dispositif : 50.000 voitures munies de cette suspension à roues indépendantes circulent déjà.

Grâce à elles et aux amortisseurs hydrauliques à double effet, une sécurité totale de marche à toutes les allures, une douceur

fets de flexion, de roulis et de tangage, fort gênants et désagréables et qui, en outre, abrègent la vie de la carrosserie.

La suspension élastique du moteur

La rigidité du châssis bloctube a permis une innovation intéressante : la suspension élastique du moteur, dite *self-amorti*. Grâce à elle, le moteur est, d'une part, *isolé des passagers* par suite de l'amortissement total des vibrations dues aux forces d'inertie secondaires des organes moteurs à mouvements rapides. D'autre part, il est *isolé de la route* en raison de l'amortissement total

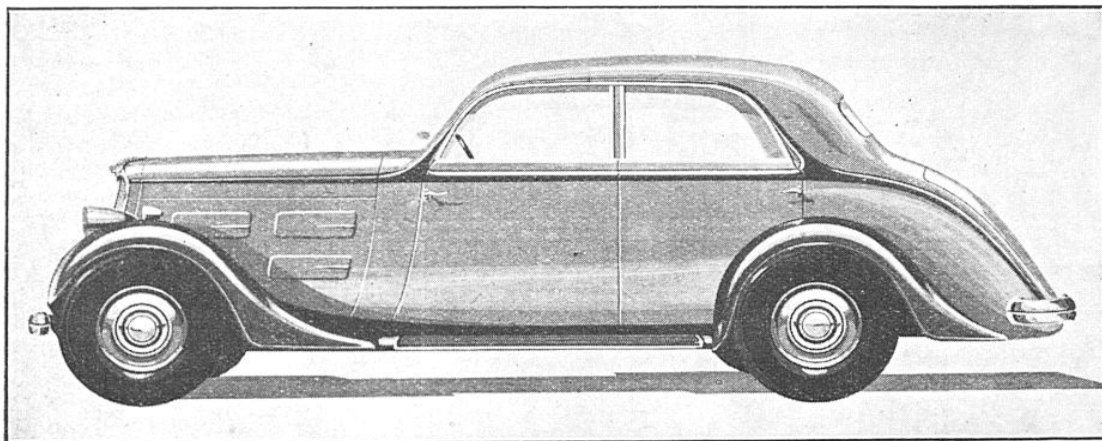


FIG. 2. — LA MÊME « 301 » PEUGEOT, CARROSSÉE EN CONDUITE INTÉRIEURE, DE FORME DITE AÉRODYNAMIQUE (PARE-BRISÉ INCLINÉ, AILES ENVELOPPANTES, ETC.)

remarquable de direction et de suspension permettent à leurs propriétaires de réaliser sans fatigue, sans danger, sans dépenses élevées, de belles « moyennes ».

Le châssis « bloctube » indéformable

L'adoption des roues avant fit apparaître immédiatement la nécessité de la rigidité du châssis.

Peugeot a résolu le problème par le « bloctube ». Celui-ci est constitué par des longerons et des traverses de section *rectangulaire*, chaque élément étant formé par un fer en U renversé *fermé par une semelle soudée électriquement*. Une expérience simple montre la rigidité du système. Un châssis ordinaire comportant des longerons ouverts, reposant sur le sol, on constate qu'on peut soulever un de ses angles sans que les trois autres quittent le sol. Il y a donc eu déformation. Avec le *bloctube*, l'ensemble se soulève d'une seule pièce.

Un tel châssis n'engendre donc plus d'ef-

de tous les chocs dus aux irrégularités du sol et déjà presque entièrement absorbés par la suspension à roues avant indépendantes et les amortisseurs hydrauliques à double effet.

Ce dispositif consiste essentiellement en quatre *Silentbloc* (1) qui relient le moteur aux longerons du châssis, par l'intermédiaire de quatre supports métalliques *d'une inclinaison spéciale*, déterminée par le calcul et contrôlée par l'expérience du laboratoire et de la route. Peugeot conserve, grâce à ce dispositif fort ingénieux, le précieux appoint de rigidité que donne à l'avant l'entretoisement du moteur.

Une autre caractéristique importante du moteur « self-amorti » réside dans l'amplitude extrêmement limitée (à peine perceptible à l'œil) de son oscillation.

Dans ces conditions, la voiture roule, en toute sécurité, aussi silencieusement à pleine allure qu'au ralenti.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 135, page 251.

Les autres perfectionnements de la machine moderne

En dehors des innovations que nous venons de signaler, la 301 est munie de la nouvelle boîte de vitesses *synchromesh* spéciale (licence G. M. C.), qui permet d'obtenir une seconde vitesse aussi silencieuse que la prise directe et un passage rapide de la troisième en

lunette arrière dont le store est manœuvrable de la place du conducteur ; les *calfeutrages* antisonores et calorifuges ; l'emploi des glaces *Securit* ; le *flector de direction* absorbant complètement les vibrations ; le *tube de poussée centrale* qui libère l'ensemble de la suspension de tous efforts autres que ceux résultant des chocs de la route ; l'*avance commandée* à la main, qui assure le meilleur

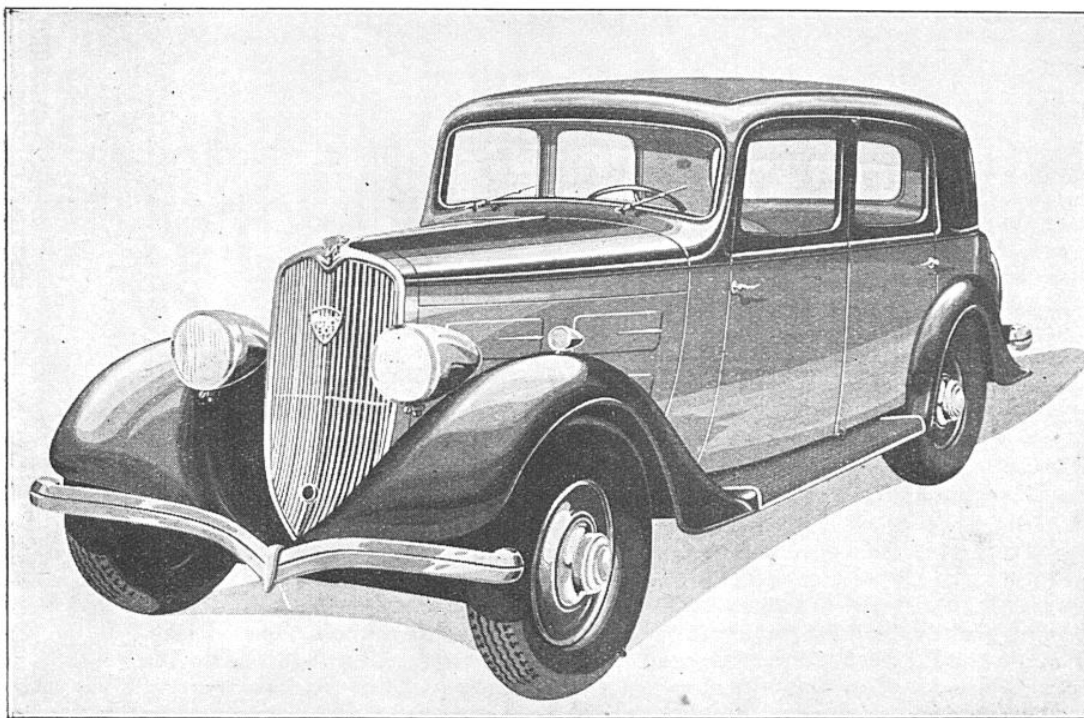


FIG. 3. — LA CONDUITE INTÉRIEURE NORMALE, TYPE « 301 »

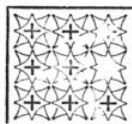
seconde ou inversement. Ainsi les côtes sont gravies avec l'accélération maximum et la circulation en ville se fait sans bruit.

Mentionnons encore : le *profil aérodynamique* des ailes et des carrosseries qui procure un gain de rendement et, par suite, une économie ; les *freins duo-servo Bendix* ; le système d'*aération* bien étudié pour renouveler l'air régulièrement ; une excellente *visibilité*, grâce à l'affinage des montants du pare-brise et des portières et à la large

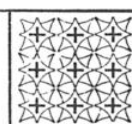
rendement ; l'emploi du *crie guidé* facilitant les réparations ; l'accessibilité des organes de *graissage* ; un système pratique de dépannage du Bendix, etc...

Cette énumération montre avec quel soin Peugeot a étudié ses deux modèles 201 et 301, que nous avons choisis comme exemple pour exposer les progrès immenses réalisés, dans la construction automobile française, pour donner satisfaction aux usagers les plus exigeants.

J. MARTON.



LA SCIENCE ET LA VIE
EST LE SEUL MAGAZINE DE VULGARISATION
SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE



COMMENT ON RÉALISE LA FIDÉLITÉ DES ÉMISSIONS DE T. S. F. A LA NOUVELLE STATION DE « RADIO-TOULOUSE »

Par Jean MARIVAL

L'augmentation de puissance des grandes stations émettrices de T. S. F. a posé aux techniciens de nombreux et délicats problèmes pour assurer la fidélité des émissions. Il est évident, en effet, que les moindres déformations, considérablement amplifiées par les « étages » de puissance, sont à éliminer. Deux conditions dominent à ce point de vue : tout d'abord, il faut que l'onde porteuse ait une fréquence rigoureusement constante pour que l'« accord » puisse être maintenu. Avec les postes récepteurs très sélectifs modernes, c'est là un point capital. On sait que cette fixité de la fréquence est obtenue au moyen d'un quartz piézoélectrique (1), inséré dans le circuit de la lampe oscillatrice. En outre, il importe que la modulation de cette onde porteuse par les courants microphoniques n'entraîne aucune déformation et que tous les sons, depuis les plus graves jusqu'aux plus aigus, soient également amplifiés. Les derniers progrès de la technique mis en œuvre à la nouvelle station de Radio-Toulouse, déjà décrite ici (2) et qui a reçu récemment l'autorisation officielle de reprendre ses émissions régulières, ont permis de remplir ces conditions scientifiques, d'où d'excellents résultats pratiques.

Le 5 avril dernier, à 22 h 40, la voix de « Radio-Toulouse » s'éteignait brusquement ; le lendemain, les auditeurs apprenaient que cette « interruption » était due à un violent incendie qui avait pris naissance dans le grand auditorium. En une heure, le feu avait complètement détruit le poste de Balma, situé dans la banlieue de Toulouse. Il y avait huit ans exactement (l'inauguration ayant eu lieu le 15 avril 1925) que « Radio-Toulouse » était en service.

Nous avons exposé déjà (3) comment cette station, fort appréciée, renaquit de ses cendres et nous avons décrit l'installation générale du nouveau poste de Saint-Agnan, à grande puissance (60 kilowatts-antenne), situé à 34 kilomètres de la capitale du Languedoc. Depuis longtemps déjà, les essais se poursuivaient, mais l'autorisation officielle manquait pour assurer des émissions régulières. On sait que c'est chose faite aujourd'hui et que le *Journal officiel* a publié, au début de juillet, un décret mettant fin à cette situation. Ainsi, les nombreux auditeurs qui, chaque jour, règlent leurs appareils sur 385 mètres, ce qui correspond à une fréquence de 779 kilocycles, n'ont rien perdu

pour attendre. Et cela est d'autant plus vrai que les nouvelles installations ont bénéficié des derniers progrès de la technique radio-électrique non seulement au point de vue de la puissance, mais encore à celui de la fidélité et de la stabilité de l'émission. Ce sont ces points particuliers dont nous voulons entretenir aujourd'hui nos lecteurs, afin de leur montrer que la construction française ne le cède en rien à l'étranger.

Le quartz piézoélectrique et la stabilité

La première condition à réaliser pour une station d'émission est évidemment la stabilité de l'onde porteuse. Les auditeurs ont trop souvent remarqué que certains postes ne *tenaient pas rigoureusement l'accord* pour qu'il soit nécessaire d'insister sur ce point. Avec des récepteurs de plus en plus sélectifs, ce défaut devient intolérable. Par analogie avec les variations d'intensité d'une source lumineuse, on lui a donné le nom imagé de « scintillement ».

On sait déjà qu'aujourd'hui on fait appel au quartz piézoélectrique pour régler la fréquence d'une émission. Rappelons brièvement les propriétés de ce cristal, découvertes par J. et P. Curie (1). Si on soumet une lame de quartz à des pressions et à des tractions,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 145, page 17.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 192, page 488.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 192, page 488.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 145, page 17.

celui-ci est le siège de phénomènes d'électrisation. Inversement, si l'on soumet cette lame à des tensions électriques positives ou négatives, son épaisseur varie et la lame vibre. Mais, de même qu'une balançoire a une période d'oscillation bien déterminée, de même le quartz a une fréquence de vibration également bien déterminée. Donc, si on soumet la lame de quartz à des électrisations dont la fréquence n'est pas celle du cristal, s'il n'y a pas résonance, celui-ci ne vibrera pas d'une façon permanente. D'ailleurs, la

seconde (1). Cette précision est telle que, lors du récent Congrès de Lucerne, les experts ont envisagé la possibilité de donner, à deux postes éloignés, rigoureusement la même longueur d'onde. Les battements produits par interférences pour des stations stabilisées au quartz pouvant être de l'ordre de 5 par seconde seraient parfaitement inaudibles et, théoriquement, aucun de ces sifflements que l'on déplore trop souvent, ne serait à craindre. Mais, ce que l'on a peut-être laissé volontairement sous silence, c'est

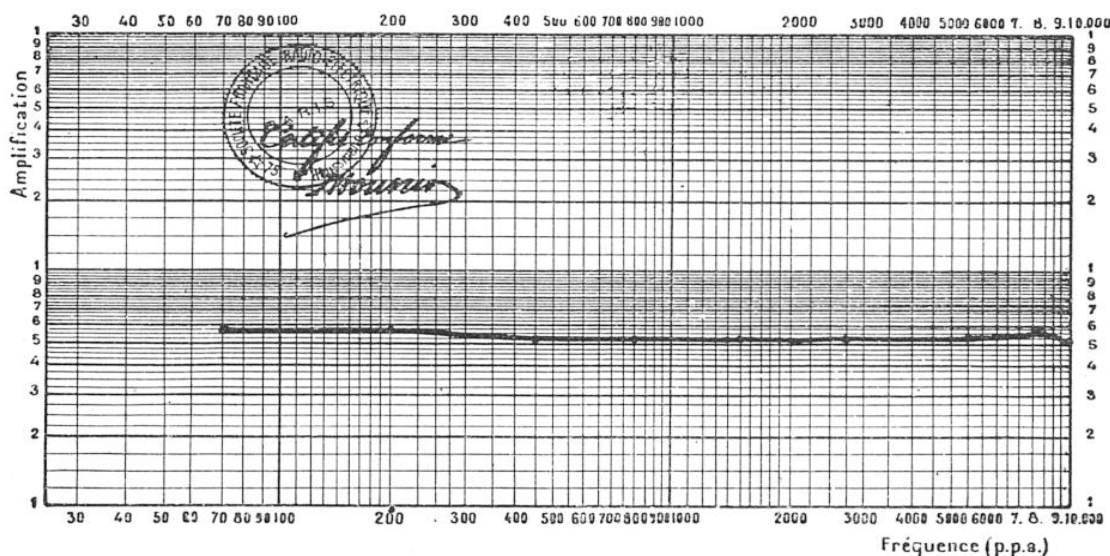


FIG. 1. — LA COURBE DE L'AMPLIFICATION, EN FONCTION DE LA FRÉQUENCE, OBTENUE PAR LE NOUVEL ÉMETTEUR DE « RADIO-TOULOUSE » EST SENSIBLEMENT UNE LIGNE DROITE POUR DES FRÉQUENCES COMPRISSES ENTRE 70 ET 10.000 PÉRIODES PAR SECONDE. Les sons aigus et graves sont donc amplifiés de la même manière, d'où une grande fidélité dans la reproduction, condition primordiale pour permettre une réception vraiment « musicale ».

fréquence propre de la lame de quartz taillée dans un cristal dépend de ses dimensions. C'est ce qui explique pourquoi on peut l'appliquer pour régler des fréquences différentes.

Ces propriétés étant rappelées, si, dans le circuit de la lampe oscillatrice émettant les ondes entretenues, on insère une lame de quartz, il faut qu'il y ait une résonance exacte entre les fréquences du circuit oscillant et le quartz pour que les oscillations puissent se produire.

La stabilité du nouveau « Radio-Toulouse » est, bien entendu, assurée par un quartz oscillant dont la fréquence est de 779 kilocycles. La précision ainsi obtenue est de l'ordre de $1/200.000^e$, soit un écart absolu maximum de trois ou quatre vibrations par

que le mélange des *modulations* deviendrait inévitable, d'autant plus qu'un poste servirait, si l'on peut dire, de renfort à son conjugué et cela sur des espaces très grands, compris dans le rayon d'audibilité des deux stations.

Quoi qu'il en soit, le quartz reste, à l'heure actuelle, le plus parfait régulateur de l'onde porteuse. Toutefois, malgré les procédés spéciaux de taille, la fréquence d'un quartz est fonction de sa température. Aussi l'enferme-t-on dans une enceinte calorifugée où un thermostat règle la température à moins d'un

(1) Rappelons qu'en première approximation, un quartz se comporte comme un circuit oscillant dont la capacité varierait proportionnellement au carré de la fréquence. Or, on sait que, à self invariable, la fréquence est inversement proportionnelle à la racine carrée de la capacité d'un tel circuit.

dixième de degré près. Signalons encore, à « Radio-Toulouse », la présence, à la suite du maître-oscillateur au quartz, d'un étage dit séparateur, qui le met à l'abri de tout effet perturbateur dû à la modulation dont nous allons maintenant nous occuper.

La modulation

Nous voici donc en possession d'une onde porteuse de fréquence rigoureusement constante. Mais les courants alternatifs produits par cette onde dans le collecteur d'ondes du récepteur n'auraient aucune action sur le haut-parleur. Pour transmettre la musique ou les paroles, il faut donc *moduler* cette onde porteuse au moyen de courants microphoniques de fréquences beaucoup plus basses (50 à 10.000), appelés « fréquences musicales ».

Divers procédés ont été étudiés pour moduler l'onde porteuse. Nous avons exposé déjà celui dit « par déphasage », qui assure un rendement de 60 % et, par conséquent, une consommation d'énergie relativement faible (1).

« Radio-Toulouse » a adopté le procédé dit par « contrôle d'anode » dont le rendement n'est que de 30 à 32 %, mais qui a été jugé le meilleur au point de vue musical et qui permet de « passer » toutes les fréquences comprises entre 50 et 10.000, avec une égale puissance. La courbe (fig. 1), qui donne l'amplification en fonction de la fréquence, reste, en effet, sensiblement une droite, tandis que celle obtenue avec le procédé par déphasage s'infléchit au-dessous de la fréquence 300 et au-dessus de la fréquence 8.000. Ainsi, on a volontairement sacrifié l'économie à la qualité. Rappelons que la modulation par contrôle d'anode consiste à appliquer la tension modulée entre le filament et la grille de la triode, la tension continue constante étant appliquée entre le filament et la plaque (anode).

L'émetteur de « Radio-Toulouse »

Dans ce poste, une lampe de 500 watts, fonctionnant sous une tension-plaque de 1.000 volts est modulée par une lampe amplificatrice basse fréquence de 1 kilowatt, dont la tension-plaque est de 2.000 volts, ce qui est nécessaire pour atteindre au taux de modulation de 100 % sans déformation.

Cet étage excite les grilles de l'étage suivant, dit « étage intermédiaire », au moyen de filtres de bande qui conservent aux « cou-

rants modulés » toutes leurs qualités et une égale amplification de toutes les fréquences de 30 à 10.000. L'étage intermédiaire, composé de deux lampes de 20 kilowatts, montées en symétriques sur des circuits très amortis, conserve toute la pureté, ainsi que l'étage de puissance, qui, lui aussi, se compose de deux lampes de 100 kilowatts, montées en symétriques. C'est à Saint-Agnan, pour la première fois en France, que des lampes de puissance semblable furent utilisées. L'emploi de telles unités a résolu, en le supprimant, le problème de la marche en parallèle d'unités de puissance moyenne, toujours délicat à réaliser.

L'antenne, également très amortie, concourt au même résultat.

Comment est assurée la fidélité

Au cours de ces pérégrinations multiples à travers ces nombreux appareils, des distorsions et des déformations risqueraient, on le conçoit, de se produire et d'altérer gravement la pureté finale des sons reproduits. Cet inconvénient a été prévu ; aussi, chaque appareil, qu'il soit chargé de transmettre les fréquences, ou qu'il soit simplement susceptible d'influer sur la correction de leur transmission, est-il modifié de façon à compenser les distorsions qui n'ont pu être évitées.

De plus, des circuits à contre-distorsion sont disposés de façon à corriger les différentes fréquences, suivant les déformations qu'elles ont déjà subies dans les lignes et suivant les déformations qu'elles devront subir par la suite dans les amplificateurs ou dans l'émetteur lui-même.

Ainsi, le moindre détail qui risquerait d'entamer la perfection de la reproduction des valeurs musicales a été prévu et contrebalancé judicieusement.

C'était là un délicat problème que les ingénieurs de la S. F. R. ont merveilleusement résolu, comme le prouve la courbe de reproduction des fréquences musicales que nous reproduisons d'autre part. On se rend compte qu'elle s'approche de la perfection autant qu'il semble possible de le faire. A l'heure actuelle, d'ailleurs, il n'est pas un émetteur, en Europe, qui puisse se flatter de surpasser les qualités que dénotent cette courbe. Et ceci méritait d'être dit à l'honneur de la technique française, qui sous ce rapport, est à la tête du progrès.

J. MARIVAL.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 182, page 120.

LA T. S. F. ET LES CONSTRUCTEURS

Un récepteur de T. S. F. robuste et perfectionné

Au fur et à mesure que s'affirment les progrès de la technique dans tous les domaines, il est normal de constater un accroissement des exigences de l'acheteur.

On conçoit d'ailleurs sans peine que la mise au point d'un récepteur de T. S. F. vraiment moderne soulève des problèmes de laboratoire fort délicats.

Afin d'apporter tous ses soins à la réalisation d'une conception, *Pathé* n'a présenté, cette année, qu'un seul poste, le 64, pour lequel tout le matériel nécessaire (condensateurs variables, combinateurs, etc.) a été étudié et construit dans ses ateliers. Ce récepteur est un superhétérodyne à 6 lampes, dont une valve, à savoir : pour l'amplification haute fréquence (étage présélecteur) une lampe 635 à pente variable et contrôle automatique de la polarisation de grille ; une première détectrice auto-oscillatrice du type 624 ; une amplificatrice moyenne fréquence à pente variable, type 635, dont la

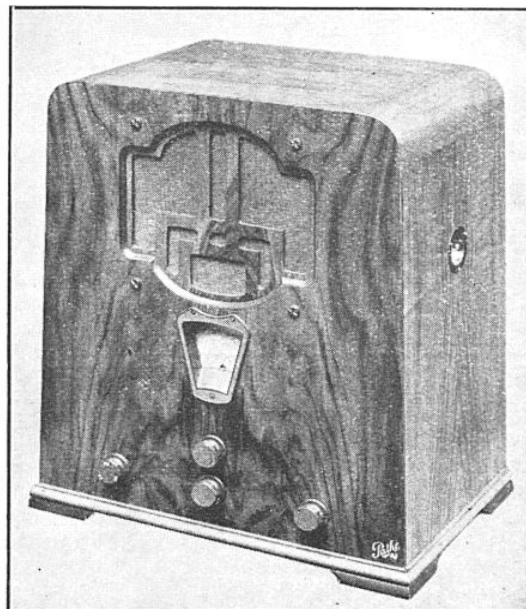


FIG. 2. — ASPECT EXTÉRIEUR DU « PATHÉ 64 »

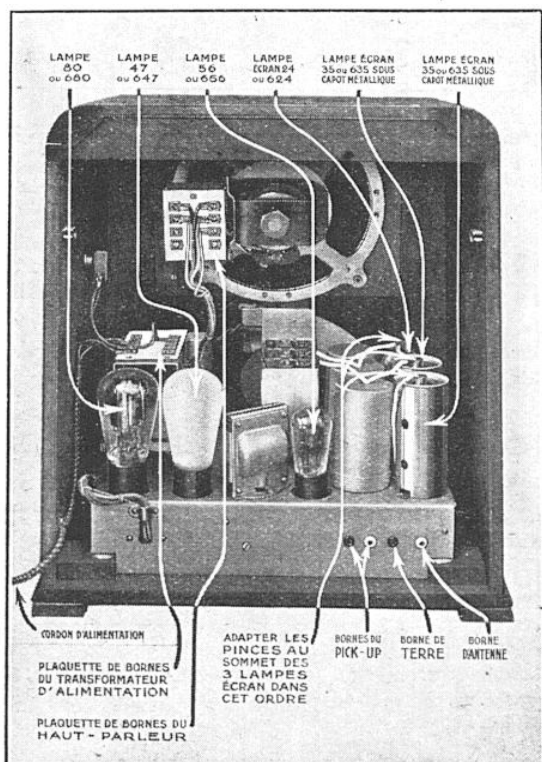


FIG. 1. — LE « PATHÉ 64 », VUE INTÉRIEURE

polarisation est aussi automatiquement contrôlée ; une première lampe basse fréquence du type 56, couplée par un transformateur basse fréquence à la lampe de sortie, penthode du type 647. Le redressement du courant d'alimentation est assuré par une valve biplaque du type 680. Quant à la détection, elle est obtenue par un redresseur « Westector ».

Un combinateur permet soit de couvrir les gammes 200-570 mètres et 900-2.000 mètres, soit de faire fonctionner le poste en pick-up.

La sélectivité, résultant d'une parfaite mise au point des circuits moyenne et haute fréquences, assure la séparation de stations dont la fréquence diffère de 9 kilocycles, c'est-à-dire une bonne audition de concerts étrangers sans être gêné par les émetteurs voisins.

Signalons également que ce poste comporte un dispositif antifading, qui non seulement permet l'audition avec une intensité constante, mais encore évite les bruits violents provoqués, lors des réglages, par le passage sur des stations rapprochées.

Cette intensité est réglée par un potentiomètre donnant une très grande marge de réglage de la puissance de l'audition.

Enfin, un bouton permet de faire varier la tonalité du plus clair au plus grave, sui-

vant le goût de l'auditeur ou la gamme de l'émission captée.

Quant au haut-parleur, il est de type électrodynamique à membrane moulée et assure une parfaite audition sans saturation ni déformation.

Constructeur : PATHÉ, 79, avenue de la Grande-Armée, Paris.

Chacun peut monter un poste « tous secteurs »

IL n'est pas exagéré de dire qu'aujourd'hui le poste à accumulateurs et à piles n'est plus qu'un souvenir. Certes, il en est encore beaucoup en service, et d'excellents mais aucun nouveau modèle de ce genre n'est présenté par les constructeurs. Mais, si l'alimentation par le secteur a définitivement triomphé, on n'a pas oublié non plus — car ceci est beaucoup plus près de nous — le temps où seul le secteur alternatif était utilisable pour l'alimentation des lampes employées. De plus, chaque perfectionnement apporté à celles-ci supposait une élévation de la tension anodique, chose très facile à obtenir avec l'alternatif. Le continu, au contraire, ne se pliait pas à ces exigences et, en outre, était beaucoup plus difficile à filtrer que l'alternatif.

Nous assistons aujourd'hui à un phénomène inverse : considérant que la tension utile disponible est au maximum de 100 volts pour le secteur continu, de nouvelles lampes ont été créées qui, à ce voltage, possèdent un rendement remarquable. Les filaments de

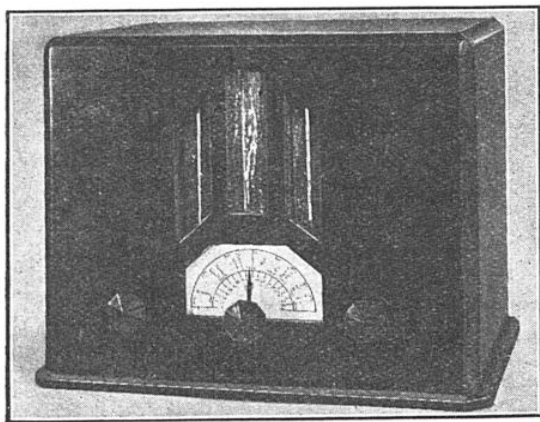


FIG. 3. — VUE D'ENSEMBLE DU POSTE.
FONCTIONNANT SUR « TOUS SECTEURS »

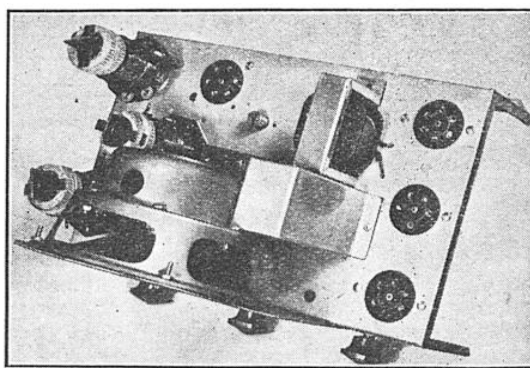


FIG. 4. — LE CHASSIS DU POSTE « TOUS SECTEURS » EST D'UNE REMARQUABLE SIMPLICITÉ (LAMPES ENLEVÉES)

ces lampes étant exactement calibrés à 0A,3, on peut les brancher en série directement sur le secteur ; de même, la tension anodique est empruntée au secteur continu au moyen d'une valve à chauffage indirect. Dans ces conditions : le transformateur d'alimentation est supprimé ; les dimensions du châssis sont diminuées ; le fonctionnement est aussi bon sur continu que sur alternatif ; le montage est simplifié, d'où un prix de revient moindre.

Les deux vues ci-jointes montrent nettement qu'une telle réalisation est simple. On peut affirmer qu'il est beaucoup plus facile de monter un poste de T. S. F. moderne que ceux que les amateurs montaient eux-mêmes autrefois. Il suffit d'assembler un petit nombre d'organes bien étudiés pour être assuré du résultat.

Le haut-parleur, tout petit, est visible au centre ; d'un côté, les bobinages haute fréquence ; de l'autre, les organes de filtrage et cinq supports de lampes complètent la garniture supérieure. Au-dessous se trouvent les condensateurs variables, fixes, les résistances et les fils de connexion (quinze environ).

Malgré sa simplicité, cette réalisation, grâce aux pièces détachées soigneusement établies, assure une puissance et une sélectivité parfaites. Le poste « tous secteurs » est donc bien aujourd'hui à la portée de tous.

Constructeur : Etabl. JACKSON, 164, route de Montrouge, à Malakoff (Seine).

J. M.

LA TÉLÉVISION POUR TOUS

Chacun peut monter aisément un récepteur de télévision au moyen de pièces détachées bien étudiées

Par Jacques MAUREL

L'AVÈNEMENT de la T. S. F. n'est pas encore si lointain qu'on ne se souvienne de l'époque du récepteur à galène, monté de toutes pièces par l'auditeur. Encouragé par son premier succès, celui-ci ne tardait pas, d'ailleurs, à entreprendre des montages à lampes de plus en plus compliqués et à réussir de brillantes performances. Au point de vue de l'émission, les amateurs n'ont-ils pas contribué aux plus grands progrès, en mettant à profit les ondes courtes dont le domaine leur avait été réservé ? Actuellement, le règne du « bricolage » en radio semble passé. La construction en grande série a permis, en effet, de réaliser d'excellents récepteurs fort bien présentés à des prix avantageux.

Nous assistons aujourd'hui, à la naissance de la télévision (1). Tant qu'elle ne s'est manifestée que par des essais de laboratoire, il ne pouvait venir à l'idée de personne d'acheter un appareil fort coûteux dont l'usage eût été plus que restreint. Il fallait, évidemment, mettre au point des émetteurs, organiser des émissions pour donner aux amateurs le désir de les recevoir. On sait que c'est chose faite aujourd'hui. Chaque jour, on peut recevoir de Londres, non seulement la voix de la personne placée devant le micro, mais encore son image.

En France, une organisation semblable a été mise au point par la Société Baird-Natan. La station des P. T. T. s'est chargée de la transmission des images, tandis que le son est émis par Radio-Natan-Vitus ou autres postes.

On connaît le principe de la transmission.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 162, page 441, n° 163, page 25, n° 183, page 179.

Le sujet est exploré par bandes au moyen d'un faisceau lumineux mobile provenant de la réflexion d'un faisceau fixe sur une roue portant à sa périphérie des miroirs à inclinaison variable. La lumière réfléchie par le sujet, plus ou moins intense selon la partie plus ou moins obscure où le sujet a été frappé, vient tomber sur des cellules photoélectriques qui transforment les variations d'intensité lumineuse en courants électriques variables. Après amplification, ceux-ci sont lancés dans l'antenne rayonnant les ondes électromagnétiques.

A la réception, ces ondes, captées par l'antenne, donnent naissance à des courants variables qui, convenablement amplifiés, agissent sur un modulateur de lumière sans inertie. Cette source envoie un faisceau lumineux sur une roue à miroirs identique à celle de l'émission, et, après réflexion sur les miroirs, reproduit sur

un écran l'image transmise. Bien entendu, cette roue à miroirs doit tourner en synchronisme avec celle de l'émission pour éviter toute déformation de l'image. C'était là une des plus grosses difficultés de la télévision, que la Société Baird-Natan a entièrement surmontée.

Ce qu'est un récepteur de télévision

Ainsi, un récepteur de télévision se compose de deux parties : le téléviseur proprement dit et un appareil de réception radio conçu spécialement pour la télévision. A part cela, naturellement, un récepteur ordinaire de T. S. F. fera entendre les sons. A Paris, par exemple, le téléviseur sera réglé sur les P. T. T. et le radio-récepteur sur

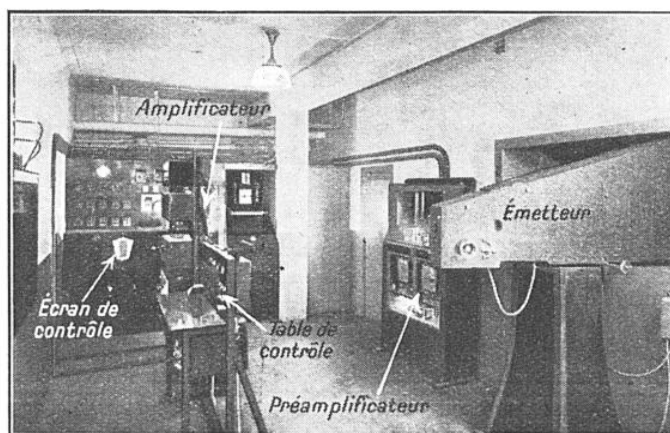


FIG. 1. — VUE D'ENSEMBLE DE LA SALLE D'ÉMISSION DE TÉLÉVISION DU STUDIO DES P. T. T.

Radio - Natan - Vitus.

Ces appareils sont aujourd'hui dans le commerce. Toutefois, de même que pour la T. S. F., il est très possible à un amateur de le monter lui-même. Pour cela, il lui faut disposer des organes nécessaires ; c'est pourquoi la Société Baird-Natan vient de créer une série de pièces détachées facilitant le montage du poste. Les trois pièces principales sont représentées figure 3. On y voit le moteur, la roue à miroirs et un dispositif modulateur de lumière qui remplace les lampes à gaz rares utilisées jusqu'ici.

Ce modulateur, appelé « cellule Baird à grille », reçoit de la lampe placée à sa gauche une intensité lumineuse constante. Reliée à l'amplificateur radio, cette cellule module la lumière de la lampe selon les variations d'intensité du courant venant de l'amplificateur. C'est ce faisceau ainsi modulé qui est réfléchi par la roue à miroirs vers l'écran de réception. Grâce à cette cellule, on a pu réaliser des images en noir sur blanc et non

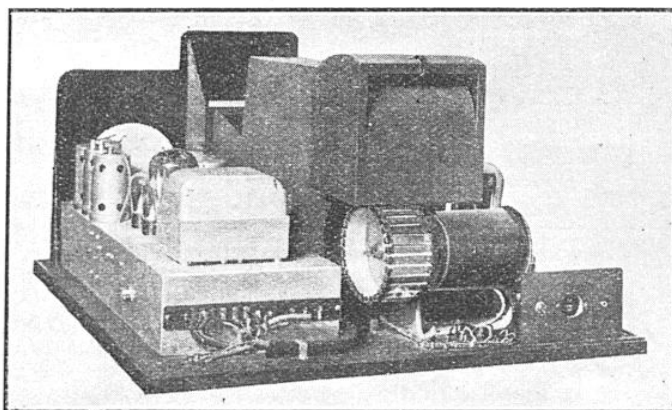


FIG. 2. — LE RÉCEPTEUR DE TÉLÉVISION MONTÉ

condensateur plongé dans du nitrobenzène ou liquide analogue, puis un deuxième Nicol, dit analyseur, croisé avec le premier. On sait que le plan de polarisation du nitrobenzène dévie d'un angle proportionnel à la tension appliquée, et que, par suite, l'intensité de la lumière émise est également

proportionnelle à cette tension.

En ce qui concerne la partie radio, elle doit être, pour la haute fréquence, conçue de façon à laisser passer une bande de fréquences aussi large que possible sans distortion. Un dispositif antifading, avec détection par diode, permet de maintenir constant le synchronisme. Quant à l'amplificateur basse fréquence, il comporte des liaisons par résistances et capacités, et doit pouvoir fournir une tension modulée de 300 volts environ. Une lampe supplémentaire, de puissance 12 watts dissipés, par exemple, est prévue pour l'amplification du signal de synchronisme.

Bien entendu, des schémas détaillés et

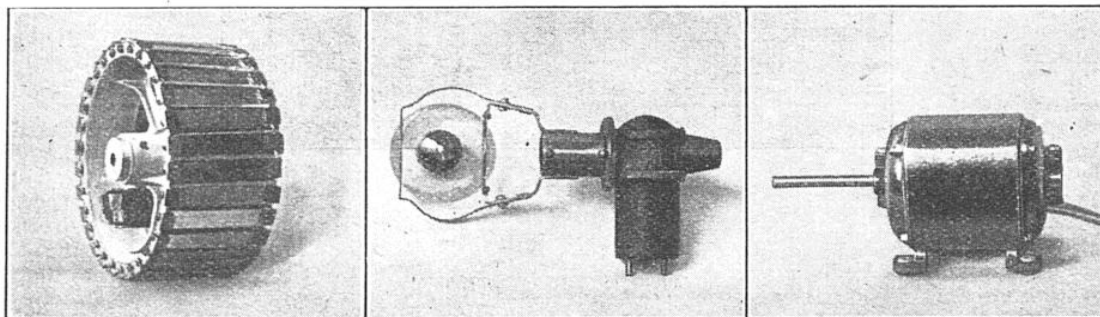


FIG. 3. — DE GAUCHE A DROITE : LA ROUE A MIROIRS, LA LAMPE ET LA CELLULE BAIRD, LE MOTEUR, QUI FORMENT LES PRINCIPALES PIÈCES D'UN RÉCEPTEUR DE TÉLÉVISION

orangées, comme celles qui sont obtenues avec les lampes à gaz.

La lumière de cette source a permis d'agrandir notablement les dimensions de l'écran.

La cellule Baird, à grille, est basée sur le phénomène de Kerr (1). La lumière de la source est concentrée par la lentille sur un premier Nicol, dit polariseur, traverse un

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 117, page 247.

les données nécessaires à la détermination des dimensions du système optique sont fournis à l'amateur.

Souhaitons que le nombre croissant de récepteurs amène la création de stations émettrices spécialement organisées, notamment sur ondes courtes, afin de permettre d'augmenter le nombre de bandes d'exploration du sujet et, par suite, la finesse des images.

J. MAUREL.

LA MÉTROPHOTOGRAPHIE AU SERVICE DE LA POLICE

QUELS que soient le soin et les perfectionnements apportés à l'établissement des constatations judiciaires concernant les accidents d'automobile, des erreurs et des omissions sont toujours susceptibles de se produire. En outre, malgré l'exécution d'un travail rapide, la prise de photographies et le mesurage au moyen de rubans demandent toujours un certain temps, entraînant fatalement un arrêt de la circulation.

Or, la photographie, qui rend tant de services pour les levés de plans (1), semblait évidemment toute désignée pour faciliter les enquêtes. En effet, elle vient d'être appliquée par la police de Zurich, grâce à deux appareils spéciaux.

Ces deux appareils sont la chambre stéréométrique et l'appareil automatique de restitution.

La chambre stéréométrique se compose de deux chambres photographiques montées aux extrémités d'un tube métallique, de telle façon que leurs axes optiques soient rigoureusement parallèles l'un à l'autre. La dis-

tance qui sépare ces deux chambres photographiques, beaucoup plus grande que celle des appareils stéréoscopiques ordinaires, dépend des distances minimum et maximum auxquelles se trouvent les objets.

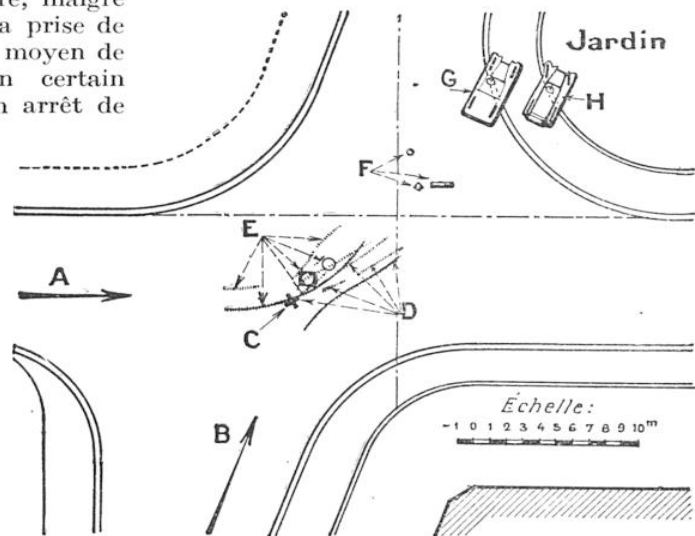


FIG. 2. — PLAN DRESSÉ, A PARTIR DES PHOTOGRAPHIES, PAR L'APPAREIL AUTOMATIQUE DE RESTITUTION

A, B, directions des véhicules G et H ; C, point de collision ; D, E, traces de freinage des véhicules G et H ; F, pièces brisées disséminées sur la chaussée.

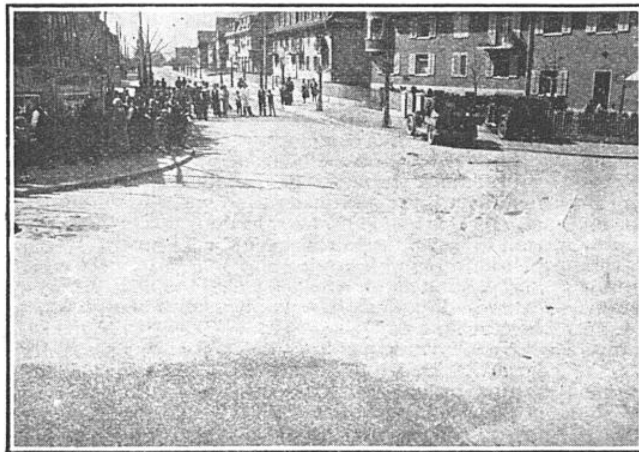


FIG. 1. — UNE DES DEUX VUES STÉRÉOSCOPIQUES DE LA COLLISION DE DEUX AUTOMOBILES

L'appareil de restitution permet d'établir automatiquement et exactement à l'échelle (au millimètre près), et cela sans que l'on ait à opérer la moindre mesure sur place, le plan des lieux photographiés avec tous les détails susceptibles d'apporter à la police des indications utiles au sujet de l'accident. Il suffit pour cela de placer dans cet appareil les vues stéréométriques.

Le document photographique d'un accident d'automobile et le plan, à l'échelle, établi d'après cette photographie par les services de la police de la ville de Zurich (Suisse), qui ont adopté le nouveau système, démontrent la perfection des indications ainsi relevées.

F. GANEVAL.

POUR LUTTER CONTRE LE PHÉNOMÈNE DE DÉTONATION DANS LES MOTEURS A EXPLOSION

LA SCIENCE ET LA VIE, dans son numéro de septembre 1933, a présenté à ses lecteurs une étude très documentée sur la résistance des divers carburants au phénomène de détonation et sur l'emploi des supercarburants (ou carburants antidétonants) dans le but d'augmenter la compression et, par conséquent, le rendement thermique des moteurs.

La tendance actuelle des constructeurs de moteurs, et de moteurs d'aviation en particulier, est, en effet, de pousser la compression aussi loin que possible, pour obtenir un meilleur rendement au sol et conserver un rendement satisfaisant aux altitudes élevées.

Mais leurs efforts se sont heurtés à deux genres de difficultés : d'abord, à des difficultés provenant de l'utilisation des supercarburants, dont la fabrication, la conservation et même la composition théorique sont des problèmes encore éloignés d'une solution satisfaisante et définitive ; ensuite, à des difficultés mécaniques (beaucoup plus sérieuses qu'on aurait pu croire) dans le calcul et la construction des moteurs surcomprimés. C'est ce dernier genre de difficultés que nous voudrions exposer ici brièvement.

Lorsqu'on augmente la compression, ou plus exactement le rapport volumétrique d'un moteur, on obtient, au moment de l'explosion, une pression plus élevée, qui, étant toujours proportionnelle à la pression finale de compression, croît beaucoup plus vite que le rapport volumétrique. En effet, la pression finale de compression s'exprime algébriquement par la formule : $p \times v^n = \text{constante}$, dans laquelle p est la pression finale de compression considérée, v le volume des gaz à ce moment, et n un exposant particulier, caractéristique des gaz utilisés, appelé « exposant adiabatique » et plus grand que l'unité. On voit par là que la pression finale de compression p (et, par conséquent, aussi la pression d'explosion qui lui est toujours proportionnelle) croît beaucoup plus vite que $\frac{1}{v}$ ou, ce qui revient au même, que le rapport volumétrique du moteur.

Or, c'est la pression d'explosion (c'est-à-dire la pression maximum à laquelle est soumis le moteur) qui conditionne le coefficient de résistance des diverses pièces. Si l'on veut que ce coefficient reste constant, il faut donc, toutes choses égales d'ailleurs, augmenter les dimensions et, par conséquent, le poids des pièces, en rapport avec la pression d'explosion.

Mais la puissance du moteur, on le sait, croît beaucoup moins vite que son rapport volumétrique. Il en résulte que la puissance massique (quotient de la puissance par le poids) diminue doublement, si l'on peut dire, lorsque le rapport volumétrique augmente.

Il y a plus grave encore. En même temps que croît la pression d'explosion, les parois de la chambre des gaz sont soumises à des températures de plus en plus hautes, dont on doit tenir compte (si, toutefois, on le peut avec assez de précision) dans le calcul de résistance des pièces, car on sait que la température influe défavora-

blement sur la résistance de la plupart des métaux. En outre, les pressions superficielles auxquelles sont soumises les parois de la chambre des gaz sont plus fortes et transmettent, par conséquent, au métal des vibrations internes de plus grande amplitude, occasionnant bien plus vite des cristallisations et des ruptures.

Ces considérations ont souvent été oubliées, et, pour ne pas accroître le poids au cheval ou les difficultés d'exécution, on n'a pas toujours donné aux pièces mécaniques le coefficient de résistance voulu. C'est là une cause certaine de bien des déboires et de plus d'une catastrophe.

On a vu l'écueil auquel on se heurte sitôt qu'on veut utiliser des compressions élevées, écueil d'autant plus dangereux qu'il est impossible ou très difficile à déterminer avec précision, du moins en ce qui concerne l'action de la température et des vibrations internes du métal.

Ainsi, accroître le rendement d'un moteur par augmentation de son rapport volumétrique, rien de plus simple en apparence, rien de plus délicat et complexe en réalité ; et tout le mal provient de l'élévation excessive de la pression et de la température d'explosion.

Faudra-t-il donc renoncer aux avantages thermodynamiques certains que procurent les hautes compressions, notamment aux altitudes supérieures ? Nous n'hésiterions pas à répondre : oui ! en toute certitude, si l'on était obligé de subir nécessairement les inconvénients que nous venons d'indiquer.

Heureusement, il n'en est rien ; mais, à la condition, et à la condition seulement, de rendre indépendants l'un de l'autre, dans une certaine mesure, le rapport volumétrique et la pression d'explosion, de manière à conserver constante la dernière, tout en augmentant le premier.

Paradoxe, semble-t-il ? Nullement.

Supposons que, par un artifice quelconque, on puisse réduire, en même temps qu'on augmente le rapport volumétrique, la proportion d'oxygène pur contenue dans l'air de carburation (l'air étant, comme on sait, un mélange d'oxygène et de gaz inertes dont principalement l'azote). On aura ainsi empêché la pression d'explosion d'augmenter en même temps que le rapport volumétrique.

Sans doute, on ne bénéficiera plus au sol d'un supplément de puissance, mais on conservera le bénéfice d'une consommation spécifique réduite ; et, en altitude, si l'on a soin de rétablir la proportion d'oxygène normale, on retrouvera le supplément de puissance relatif à l'altitude considérée, sans atteindre des pressions et des températures d'explosion nuisibles, et ceci grâce à la raréfaction de l'air.

Ne croyons pas qu'il s'agisse d'une solution hypothétique ou théorique. Il y a déjà quelque temps qu'elle est entrée dans le domaine des études de laboratoire d'abord, et des réalisations pratiques ensuite, et, depuis les dernières vérifications qui en ont été faites, elle apparaît bien comme la solution la plus simple d'un problème que les supercarburants à eux seuls ne pouvaient résoudre.

L. GENETY.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Un poêle qui récupère le maximum de calories du charbon

La combustion du charbon comporte, on le sait, plusieurs phases. Tout d'abord, il distille et laisse échapper des hydrocarbures gazeux, en partie décomposés et, par conséquent, mélangés à de l'hydrogène et combustibles. Le carbone à peu près pur (aux cendres près), qui reste, brûle au contact de l'oxygène, pour donner, selon la proportion de l'air comburant, soit du gaz carbonique (CO_2), soit de l'oxyde de carbone (CO). Or, si la transformation d'un kilogramme de charbon en oxyde de carbone ne donne que 2.600 calories environ, sa transformation en gaz carbonique produit 8.000 calories.

Ces principes bien connus étant rappelés, on conçoit que le meilleur appareil de chauffage sera celui qui permettra de récupérer le maximum de ces calories. Ainsi, un poêle ordinaire, où les gaz de distillation s'échappent sans brûler totalement, où le réglage de l'air est fait à la main, de sorte que le charbon n'est pas entièrement transformé en gaz carbonique, ne peut guère utiliser plus de 2.600 calories par kilogramme de charbon consommé.

Voici, au contraire, un poêle spécialement étudié en vue du maximum de rendement.

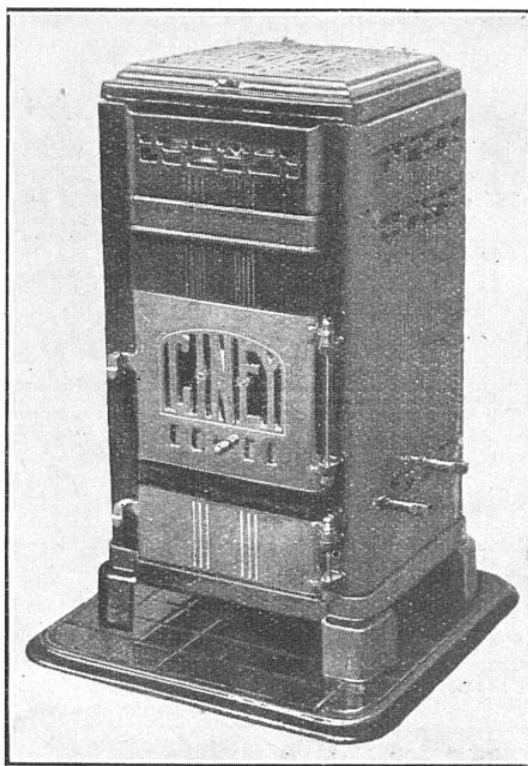
En effet, le charbon emmagasiné dans la chambre réservée à cet effet, distille et brûle incomplètement, mais les gaz qui s'échappent (hydrocarbures, gaz carbonique en faible

quantité, grande proportion d'oxyde de carbone) reçoivent un appoint d'air par le jeu automatique du clapet de ventilation situé au sommet du poêle. Ces gaz sont alors conduits vers le bas, arrivent, au contact du charbon incandescent, vers l'arrière de la grille et s'enflamment, de sorte que la combustion est complète

avant l'évacuation par la cheminée.

Signalons, en outre, que, pour accroître la surface de chauffe, les gaz en combustion lèchent des tubes ouverts à l'air libre en haut et en bas. L'air frais, aspiré par en bas, se dégage chaud au sommet. De plus, des ailettes augmentent encore la radiation de la chaleur.

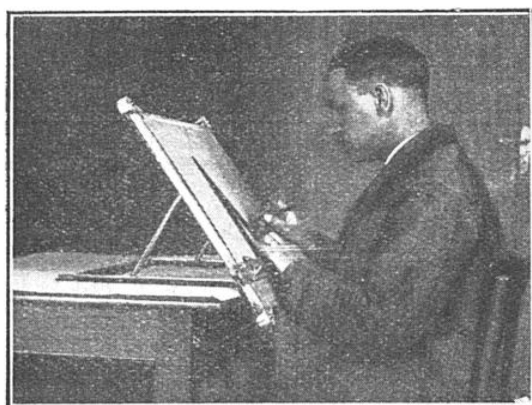
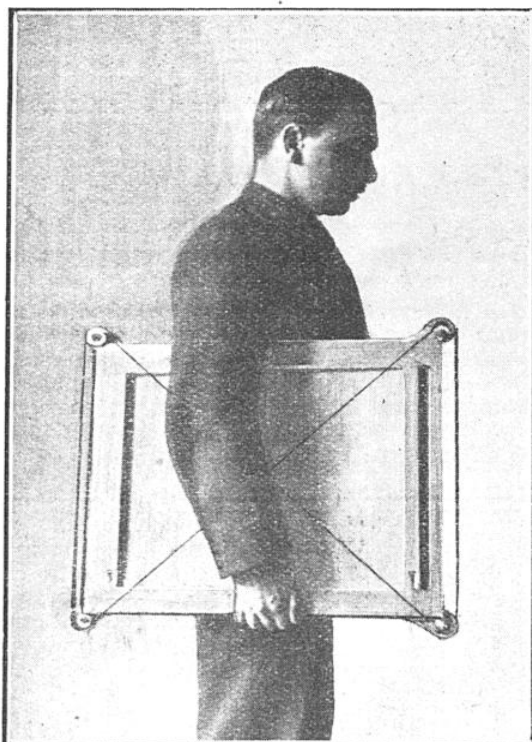
Enfin, il faut encore mentionner que le poêle *Ciney* permet de brûler de la braise industrielle, beaucoup moins chère que les charbons de qualité. L'économie totale, résultant de la combustion intégrale et du bas prix du combustible, atteint environ 65%. Ce poêle est, bien entendu, un appareil à feu continu qu'il suffit de charger de combustible une fois par jour pour jouir d'une température douce et régulière.



ENSEMBLE DU POÊLE « CINEY »

Une table à dessin simple, peu encombrante

POUR pouvoir dessiner commodément et confortablement, on était, jusqu'à présent, obligé d'utiliser des tables à dessin encombrantes et coûteuses. Sinon, on était réduit à l'antique « planche à dessin », outil vraiment bien incommode. C'est pour combler cette lacune que l'on



LA TABLE A DESSIN REPLIÉE POUR LE TRANSPORT ET DISPOSÉE SUR UNE TABLE

vient d'établir une table « portable » — bon marché et peu encombrante — qui permet à tous ceux qui ont à dessiner de le faire dans les meilleures conditions.

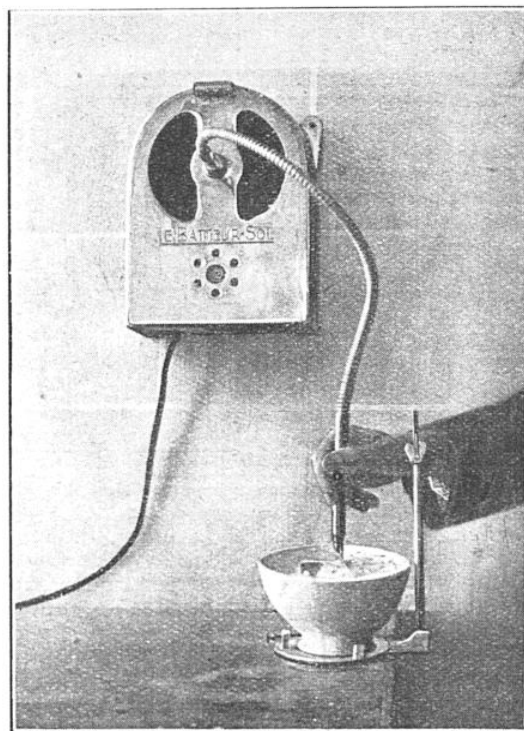
Cette table, qui existe en deux formats (demi grand aigle et quart grand aigle), comporte une sorte de châssis repliable que l'on place sur n'importe quel meuble, sans le secours d'aucune vis. Stable et inclinable, elle comporte un appareillage à règle mobile qui permet de travailler dans des conditions de précision et de rapidité remarquables. Lorsqu'elle est repliée, elle n'a guère plus

d'encombrement qu'une planche ordinaire de même format. C'est là l'outil indispensable aux ingénieurs, techniciens et étudiants, qui ont des travaux de dessins à effectuer.

Pour monter une mayonnaise, battre des blancs d'œufs, etc..., sans effort

PRESQUE tous les dispositifs imaginés jusqu'à ce jour pour éviter à la ménagère la fatigue inhérente à certaines opérations culinaires, telles que la préparation d'une mayonnaise, d'une sauce mouseline, d'une crème fouettée, etc., étaient manœuvrés à la main. Ils constituent certes un progrès sur l'emploi de la simple cuillère en bois, mais l'électricité devait permettre de rendre vraiment pratiques toutes ces préparations.

L'appareil, d'une extrême simplicité, réalisé par M. Solère, résoud heureusement ce problème. Il se compose d'un petit moteur universel dont la vitesse de rotation élevée est démultipliée au moyen d'une grande poulie à gorge actionnée par une courroie en caoutchouc. Sur l'axe de cette poulie se fixe aisément un flexible qui aboutit à une palette perforée tenue à la main par un manche en galalithe. Grâce à ce flexible, le mouvement



LA BATTEUSE « SOL » EN ACTION

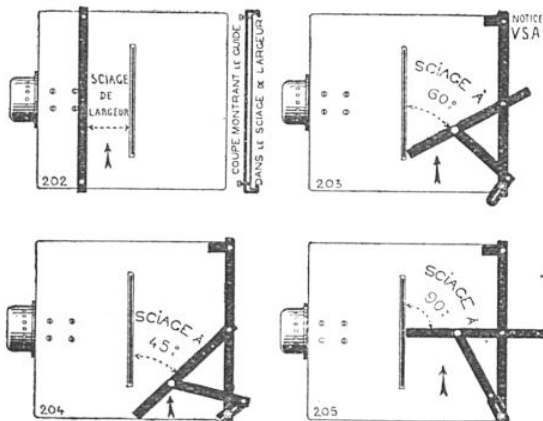
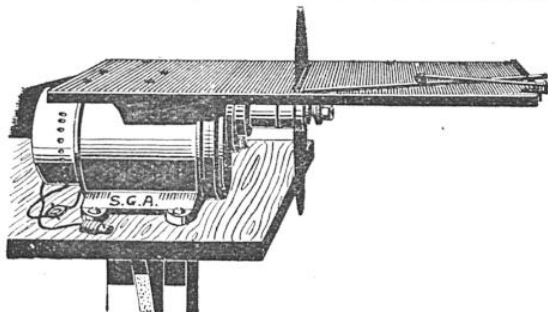
mécanique est assuré tout en conservant une extrême facilité pour l'emploi. Le bol où sont placés les œufs étant fixé à la table par un dispositif également simple, il suffit de mettre en place la prise de courant et de verser l'huile directement avec la bouteille, pour qu'en quelques instants l'émulsion qui constitue la mayonnaise soit obtenue.

Cet appareil, fort utile dans les ménages, paraît surtout indispensable dans les cuisines de restaurants, pour les pâtisseries, etc. Signalons que le flexible et la palette perforée peuvent être adaptés, après une modification minime, au moulin à café déjà décrit dans le n° 186 de *La Science et la Vie*.

Pour exécuter aisément les opérations de sciage

A la campagne, dans toutes les propriétés, dans les petits ateliers de menuiserie ou d'ébénisterie, on a souvent à exécuter des opérations de sciage de quelque importance. C'est pour résoudre ce problème qui se pose fréquemment qu'a été réalisé l'appareil représenté ci-dessous.

Il se compose d'un moteur électrique de 1/2 cheval, type 110 ou 220 volts, fonctionnant sur le courant lumière, monté sur roulements à billes, ventilé et refroidi en marche.



EN HAUT, LE « VOLT-SCIE »; EN BAS, DIVERSES POSITIONS DU GUIDE PERMETTANT D'EFFECTUER DES TRAVAUX SPÉCIAUX

L'arbre moteur est décalé vers le haut, par engrenages, pour utiliser au maximum la hauteur de la scie circulaire que l'on monte sur lui. Une poulie à gorge permet de l'utiliser pour actionner n'importe quelle petite machine.

Sur ce moteur s'adapte, avec quatre vis, une grande table métallique (40×40 centimètres), dont la fente laisse dépasser la scie circulaire à dents couchées. Celle-ci permet de scier une épaisseur de 63 millimètres en une seule passe, ou 125 millimètres en deux passes. On peut d'ailleurs adapter une scie à dents droites pour sciages jusqu'à 90 millimètres, en une seule passe, en travers des fibres dans du bois tendre.

Sur la table, on peut également adapter un guide spécial pour les sciages parallèles à une largeur déterminée ou pour les sciages à 45°, 60° et 90°.

En outre, il est facile de remplacer la scie soit par une meule de 130×20 millimètres, obtenue au four électrique et protégée par un carter (meulages énergiques, dégrossissages d'outils ébréchés, affûtages, etc.), soit par des broches métalliques pour le décapage ou le décrassage des bois ou métaux.

L'ensemble *Volt-scie* ainsi réalisé se fixe aisément sur n'importe quel coin de table ou d'établi, et peut être transporté instantanément à l'endroit où le travail doit être effectué.

Avec l'essence alcoolisée, le superhuilage devient une nécessité absolue

Nous avons exposé récemment comment une automobile était arrivée, sans radiateur et sans eau, à monter au sommet du Puy de Dôme, puis à faire une randonnée de 70 kilomètres sans que le moteur présentât un échauffement excessif (1). Cette performance, tout à fait remarquable, n'avait pu être réalisée que parce que l'on avait mélangé à l'essence utilisée une huile spéciale — en l'espèce du « Fire-point » — permettant le superhuilage du moteur. Cette question du superhuilage fait l'objet d'études théoriques très poussées depuis quelques années. Le résultat de ces études a été exposé dans une communication faite à l'Académie des Sciences, le 23 janvier dernier, par M. Guillet, et d'où il résulte que le rendement d'un moteur diminue lorsque l'on ajoute de l'alcool butylique à l'essence et augmente, par contre, lorsque l'on ajoute à cette même essence, une certaine proportion d'huile, comprenant uniquement des hydrocarbures saturés. C'est là la raison des succès obtenus grâce à l'addition d'huile à l'essence. Il convient de noter, d'ailleurs, que le superhuilage s'impose, aujourd'hui, plus encore qu'autrefois, du fait que l'essence

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 193, page 82.



LE BIDON A GOULOT DOSEUR AUTOMATIQUE
POUR LE SUPERHUILAGE

livrée dans le commerce contient toujours, maintenant, une certaine quantité d'alcool.

Mais, pour réaliser le superhuilage, il convient de n'utiliser qu'une huile absolument pure et contenant uniquement des carbures saturés au point d'ébullition supérieur à 350°. C'est là une condition qui a été précisée dans la note à l'Académie des Sciences que nous mentionnons ci-dessus. Le « Fire-point » est garanti composé de 100% d'hydrocarbures saturés. Il présente, en outre, l'avantage de l'économie, puisqu'il peut être employé à la dose minime de 2 litres pour 1.000 litres de carburant.

Pour accroître la sécurité sur la route

L'AUGMENTATION constante des dimensions des véhicules « poids lourds » circulant sur les routes, a posé un nouveau problème au point de vue de la sécurité. Le Code de la route l'a résolu en exigeant que tout véhicule de plus de 3 tonnes soit muni d'un amplificateur de sons permettant au conducteur de percevoir nettement les avertissements sonores de ceux qui veulent le dépasser.

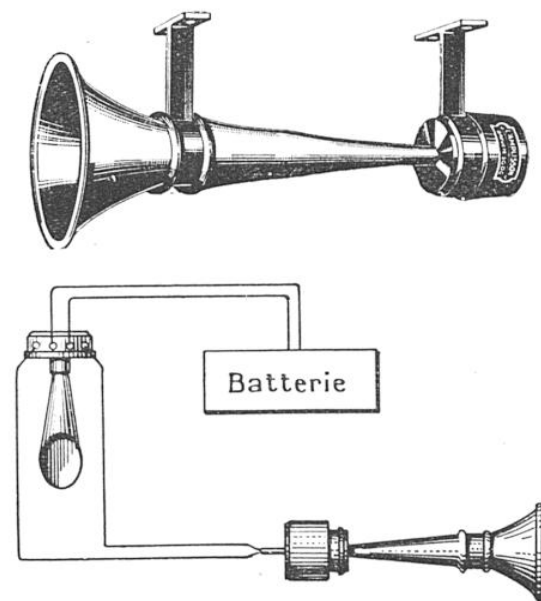
Il suffit, en effet, de prendre place dans la cabine d'un conducteur de camion pour constater que, d'une part, le rétroviseur n'est guère efficace (par suite des dimensions du véhicule) et que, d'autre part, le bruit du moteur empêche les appels de

parvenir avec une neteté suffisante aux oreilles du conducteur.

Pour que celui-ci entende distinctement, il n'est d'ailleurs pas nécessaire qu'un son d'une grande intensité soit produit, pourvu que celui-ci soit émis dans la cabine même où il est assis. Les expériences effectuées récemment à Paris avec un dispositif spécial, l'*Amplisson*, ont été tout à fait concluantes à cet égard.

Cet appareil se compose essentiellement d'un « capteur de sons » en forme de pavillon et fixé à l'arrière du véhicule le plus horizontalement possible. Ce dernier est relié par deux fils au « transmetteur » situé dans la cabine, celui-ci étant lui-même connecté à la batterie d'accumulateurs du véhicule. Dans ces conditions, les appels venant de l'arrière sont captés par le pavillon et les courants variables créés sont transmis à l'émetteur, qui les reproduit avec une intensité suffisante. La consommation de courant est d'ailleurs négligeable et, de plus, un interrupteur permet de la rendre nulle pendant les arrêts.

Au cours des essais effectués, on a pu constater que les bruits parasites provenant du moteur ou de l'échappement, cependant placé à proximité du capteur de sons, n'influençaient pas le fonctionnement de ce dispositif, qui, d'une installation très simple, doit apporter à la circulation routière, sans cesse plus difficile par suite du développement des poids lourds, un surcroît de sécurité.



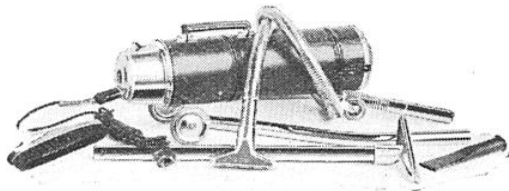
EN HAUT, LE CAPTEUR DE SONS ; EN BAS, LE MONTAGE DE L'« AMPLISSON » QUI PERMET AUX CONDUCTEURS DE CAMIONS D'ENTENDRE NETTEMENT LES AVERTISSEMENTS SONORES VENANT DE L'ARRIÈRE

Nouvel aspirateur de poussières

DEPUIS que le balayage a été condamné par tous ceux qui ont souci de l'hygiène, le développement des aspirateurs de poussières a été vraiment prodigieux. Leur technique ayant atteint un degré de perfection remarquable, c'est dans le soin apporté à leur établissement, dans la recherche du minimum de consommation et dans l'étude des accessoires que se sont tournés les efforts des constructeurs.

Signalons, à tous les points de vue, l'aspirateur *Trianon* représenté ci-dessous avec ses accessoires. Ne consommant que 220 watts-heure, cet appareil est muni d'un moteur universel monté sur roulements à billes, ce qui accroît le rendement et réduit l'entretien au minimum. Le moteur entraîne les turbines multiples dont la puissance d'aspiration, mesurée en colonne d'eau, atteint 650 à 700 millimètres.

Enfin, cet aspirateur peut aussi assurer le soufflage pour le nettoyage rapide des coins,



LE NOUVEL ASPIRATEUR « TRIANON » ET LES ACCESSOIRES QUI L'ACCOMPAGNENT

des meubles sculptés, etc. Léger et d'un maniement commode, il comporte une grande et une petite ventouse d'aspiration, une ventouse en bec, une brosse ovale.

Cet appareil complète heureusement la série des hélichron, néowatt, lampes-réveils, cafetières fabriqués par la même société.

Pour remédier au danger des carrefours

LES croisements constituent, d'après les plus récentes statistiques sur les accidents de la circulation, les points de beaucoup les plus dangereux, — notamment dans les villes où ils sont pour ainsi dire toujours « masqués ».

Voici un appareil simple et pratique, véritable viseur d'angles, qui rend les carrefours masqués aussi peu dangereux qu'un croisement dégagé de rase campagne, puisqu'il permet à tout conducteur de véhicule de se rendre compte, à distance, de la circulation existant dans la rue transversale, aussi bien d'un côté que de l'autre.

Le *Gonioviseur Berst*, — du nom de son inventeur, — est composé d'un bâti en alliage d'aluminium surmonté d'un toit, lequel bâti soutient quatre miroirs « diminuants », de courbure et de dimensions appropriées, des-



LA LANTERNE MUNIE DE GLACES, PLACÉE A UN CARREFOUR, MONTRE SI UN VÉHICULE ARRIVE PAR UNE VOIE TRANSVERSALE

tinés à refléter les deux portions de la voie transversale. Ces miroirs sont orientables en tous sens, afin de pouvoir adapter l'appareil à des croisements non parfaitement rectangulaires et tenir compte des rampes éventuelles.

Deux miroirs juxtaposés se présentent constamment, dans l'axe de la rue, aux observateurs, et chacun d'eux est situé du côté de la rue dont il donne l'image, de sorte qu'aucune confusion n'est à craindre.

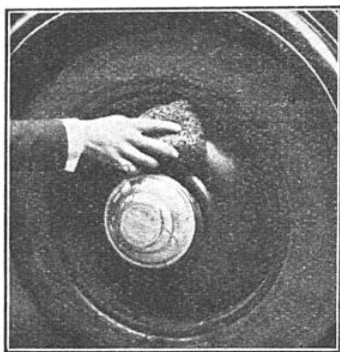
L'appareil que représente notre gravure est à quatre miroirs, pour croisement rectangulaire de deux voies, mais il existe également un modèle à deux miroirs, pour les carrefours, en forme de T.

Lorsque la situation s'y prête, les appareils peuvent être placés sur poteau au lieu d'être suspendus.

De fabrication toute récente, le *Gonioviseur Berst* (breveté S. G. D. G.), — qui a été surnommé « L'œil du Carrefour », — est actuellement en service à Belfort ; d'autres seront prochainement installés à Tourcoing et à Dijon, croyons-nous savoir.

Une éponge artificielle qui a la peau dure

UN bloc rectangulaire, creusé d'alvéoles de couleur brune ou blonde suivant les usages auxquels il est destiné, et dur comme du pain rassis, voici *Spontex*, éponge artificielle française. Ce bloc, plongé dans l'eau, en absorbe aussitôt une quantité considérable (vingt fois son poids), devenant en même temps remarquablement souple. Laissé dans l'eau, il surnage ; retiré du seau où on l'avait plongé, il conserve tout le liquide absorbé, ce qui est fort important, mais n'est malheureusement pas le fait de certaines éponges qui se « vident » instantanément. Bien essoré, au contraire, il rejette toute son eau, en restant simplement humide et parfaitement souple, aussi apte à l'essuyage qu'au lavage.



« SPONTEX » UTILISÉE POUR
LE LAVAGE D'UNE ROUE DE
VOITURE

Le produit dont nous venons de résumer brièvement les caractéristiques est une nouvelle éponge artificielle française à base de cellulose, produite dès maintenant par les Etablissements Spontex en très grande série. Des études approfondies

ont porté à la fois sur la texture de la matière, sur le traitement à lui faire subir, sur la forme à donner au produit fini. Les résultats obtenus sont remarquables.

Fabriquée scientifiquement, *Spontex* est naturellement exempte d'impuretés — pierres, calcaires ou coquillages susceptibles de rayer peintures et vernis. Très solide, grâce à une texture bien étudiée, elle est pratiquement indechirable.

Enfin et surtout, sa résistance aux agents physiques et chimiques est exceptionnelle : elle supporte sans dommage un bain d'eau bouillante qui, au contraire, la nettoie à fond, la rénove parfaitement, quand elle a été salie par un long usage, et permet, très exactement, de « l'aseptiser ». Elle ne craint ni la lessive, ni les acides dilués, pas plus le pétrole, l'essence ou l'huile.

Voilà, n'est-il pas vrai, un ensemble de qualités qui, plus encore que son apparence rugueuse à sec (car humide, *Spontex*, surtout

dans la qualité « toilette », est extrêmement douce) permettent de dire de *Spontex* qu'elle à « la peau dure ».

Les peintres, dont les lessives sont caustiques, les imprimeurs, qui lavent à l'acide les rouleaux, les garagistes, pour le lavage des voitures, les entreprises d'entretien de magasins, etc., tous l'ont adoptée.

Spontex se présente sous la forme de bloc géométrique bien en main ; ses surfaces planes ou rondes, la grosseur de son grain, et même sa couleur ont été prévues spécialement pour chaque catégorie d'utilisation : toilette, ménage, industrie.

L'éponge est un petit accessoire depuis longtemps employé et apprécié. Pour la toilette, entraînant une grande quantité d'eau, elle laisse sur le visage une agréable impression de fraîcheur et de fluidité. Pour les nettoyages domestiques ou industriels, elle permet à la fois, commodément, de laver et d'essuyer. Grâce à ses qualités de résistance, *Spontex*, éponge artificielle française, élargira encore le champ de ces applications.

V. RUBOR.

Adresses utiles pour les « A côté » de la science

Poêle Ciny : LES FORGES DE CINEY, 7, boulevard du Temple, Paris.

Table à dessin : M. JEAN ROSOV, ing'n. A. et M., rue Joseph-Labbé, à Mont-Saint-Martin (Meurthe-et-M.).

Batteuse d'œufs : M. SOLÈRE, 22, rue de la Fontaine-au-Roi, Paris (11^e).

Scie électrique : SOCIÉTÉ GÉNÉRALE AGRICOLE, 44, rue du Louvre, Paris (1^{er}).

Superhuilage : « FIRE POINT », exclusivité Empire Oil, 6, rue de Lisbonne, Paris (8^e).

Amplificateur de sons : AMPLISSON, 143, rue Anatole-France, Levallois (Seine).

Aspirateur de poussières : LA DIFFUSION ÉLECTRIQUE, 14, rue de l'Atlas, Paris (20^e).

Signalisation aux carrefours : VERRERIES DE GOETZENBRUCK (Vergo), 7, place de Bordeaux, Strasbourg (Bas-Rhin).

Eponges artificielles : SPONTEX, 5 et 7, avenue Percier, Paris (8^e).

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 45 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 55 fr.
	{ 6 mois... 23 —		{ 6 mois... 28 —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

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, Rhodésie, Suède.

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an.... 100 fr.
	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 70 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 90 fr.
	{ 6 mois... 36 —		{ 6 mois... 45 —

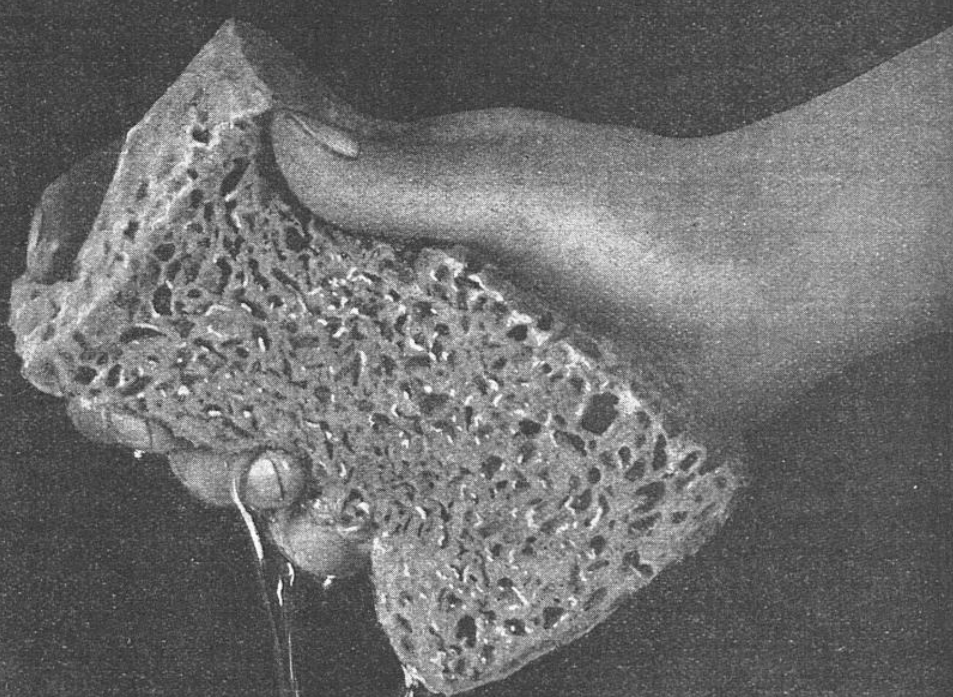
Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY.

Paris. — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.

L'ÉPONGE ARTIFICIELLE FRANÇAISE



Spontex

LAVE MIEUX
ESSUIE MIEUX

PHOTO: J. BOUTIER

3 types : TOILETTE - MENAGE - INDUSTRIELLE

En vente partout - Gros : SPONTEX, 5 et 7, Avenue Percier, PARIS - En vente partout

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^e

Vente des Livres et des Appareils
permettant les contrôles.

POMPES - RÉSERVOIRS
ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE

Chez vous
et facilement
avec le pinceau
électrique
GALVANIC-SOL
vous pouvez

NIQUEL
ARGENT
OR
tous objets
métalliques

REFERENCES MONDIALES

DEMANDER NOTICE "S"

Nouveaux modèles sur secteurs lumière
Types industriels, avec polissage mécanique
SOLÈRE, 22 et 24, rue Fontaine-au-Roi, PARIS

LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX
Documentation la plus complète et la plus variée

EXCELSIOR

SEUL QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

PARIS, SEINE, SEINE-ET-OISE ET SEINE-ET-MARNE.....	Trois mois...	20 fr.
	Six mois.....	40 fr.
	Un an.....	76 fr.
DÉPARTEMENTS, COLONIES...	Trois mois...	25 fr.
	Six mois.....	48 fr.
	Un an.....	95 fr.
BELGIQUE.....	Trois mois...	36 fr.
	Six mois.....	70 fr.
	Un an.....	140 fr.
ÉTRANGER.....	Trois mois...	50 fr.
	Six mois.....	100 fr.
	Un an.....	200 fr.

SPÉCIMEN FRANCO sur demande

En s'abonnant 20, rue d'Enghien,
par mandat ou chèque postal
(Compte 5970), demandez la liste et
les spécimens des

PRIMES GRATUITES fort intéressantes

TOUS LES SCIAGES
et autres usages, avec
vos autres travaux avec
VOLT-SCIE
sur courant lumière, VOLT-OUTIL
et **WATT-OUTIL** 1/2 cv
qui 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^{rs} Brevetés 44, rue du Louvre
S. G. D. G. PARIS (1^{er})

**MONTEZ VOUS-MÊME UN
BON POSTE DE T. S. F.**
MODERNE, TOUT SECTEUR

Il sera meilleur...
Il marchera mieux...
Il vous coûtera moins.

Notice sur demande à

JACKSON

164, route de Montrouge, MALAKOFF (Seine)



Où acheter de confiance
un bon poste de T. S. F. ?

AUX ÉTABLISSEMENTS

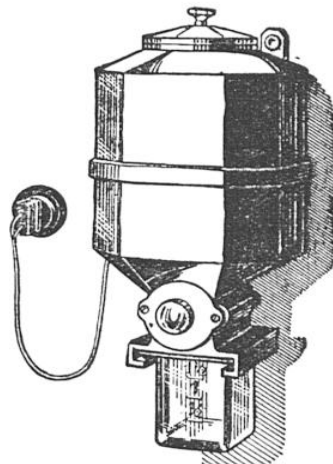
SOLOR (LEFÉBURE-FERRIX)

5, rue Mazet - Paris-6* (Métro : Odéon)
spécialistes depuis 15 ans dans l'emploi des Secteurs

ACTUELLEMENT :

Petit Poste 5 lampes (val. 1.500). **1.100 fr.**
Poste Super-6 lampes. **1.850 fr.**

MOULIN A CAFÉ MÉNAGER



PRIX **190 fr.**
Type luxe **240 fr.**
Tout chromé . . . **275 fr.**
SUR TOUS COURANTS 110 VOLTS

GUERNET 245, av. G.-Clemenceau
NANTERRE

LES MOTEURS A ESSENCE RENAULT

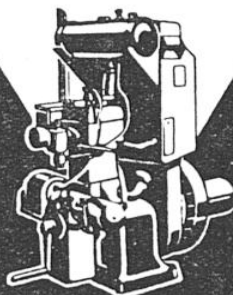
Nouveaux prix :

2 CV . . . **1.700 Frs**

4/5 CV . . **2.150 -**

6/8 CV . . **2.750 -**

Les Usines RENAULT construisent également :
Moteurs Industriels à essence jusqu'à 80 CV
Moteurs Industriels à huile lourde 8 à 1000 CV
Usines RENAULT BILLANCOURT
(Seine)



RENAULT

CHRONOGRAPHE FORMEL



INDISPENSABLE
à l'automobiliste et à tous
les sportsmen. - indique
constamment l'heure
exacte et permet tous
les chronométrages au
cinquième de seconde.
GARANTI 10 ANS

Références : Etat, Che-
mins de fer de l'Est,
Ville de Paris, etc...

Vente exclusive :

Horlogerie E. BENOIT
60, Rue de Flandre, PARIS
Chèque postal 1373-06

Modèles de luxe en
Chromé 270 Frs
Argent 335 Frs
Or 1400 Frs

TALMON, 55, rue de l'Ermitage, Paris-20^e

En remplaçant l'interrupteur d'une installation électrique à simple allumage par le **va et vient combiné**, vous avez réalisé en quelques secondes le montage dit **VA ET VIENT**, qui vous permet l'allumage et l'extinction de votre éclairage de deux points différents : de l'entrée de la chambre et tête de lit par exemple.

Équipement complet, modèle fantaisie, avec 2 mètr. fil souple. 32 fr.
— — — — — ordinaire, — — — — — 25 fr.

Supplément par mètre fil souple 3 conducteurs : 2 fr. 25, à la demande.

Expédition franco contre remboursement.

Nouvelle Loupe binoculaire réglable à écartement pupillaire variable

(Brevetée France et Etranger)



PERMET tous travaux et examens la loupe par la vision simultanée des deux yeux, donne une netteté et un relief parfaits avec plusieurs grossissements. **aisse les deux mains libres.** Supprime toute fatigue. — Appareil type laboratoire, complet, avec 3 grossis., enboîte bois et mode d'emploi. 65 fr. Le même appareil pliant, type luxe de poche, en boîte métal et mode d'emploi, 100 fr. — Supplément pour frais d'envoi, France et Colon., 1 fr. 50; ou contre-rembours., 3 fr.

LE RADIO-CAMPING

Le poste réellement pur et le plus sélectif sous le plus petit volume (en valise). Il fonctionne sans alimentation séparée, permet l'écoute des principales stations européennes (au casque).

Prix : 325 francs

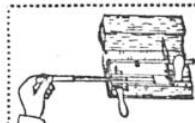
CAMPING-RADIO, 164, Route de Montrouge, MALAKOFF

NOTICE SUR DEMANDE



TIMBRES-POSTE AUTHENTIQUES DES MISSIONS ÉTRANGÈRES

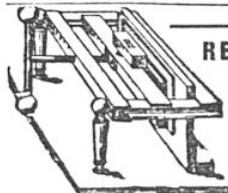
Garantis non triés, vendus au kilo. Demandez les notices explicatives au Directeur de l'Office des Timbres-Poste des Missions, à PIBRAC, près Toulouse (Haute-Garonne).



NOUVELLE MACHINE A CIGARETTES

Economise 50 % de tabac, 200 cigarettes à l'heure, emploie le papier en tubes dont la composition neutralise la nicotine. — **PRIX : 95 fr.** — Notice gratuite. MACHINES à CYLINDRES, depuis 45 fr.

LEMAIRE, Fabric., 5, r. Scribe, Paris. En vente partout.



RELIER tout SOI-MÊME

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

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

MANUEL-GUIDE GRATIS INVENTIONS

OBTENTION de BREVETS POUR TOUS PAYS

Dépôt de Marques de Fabrique

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

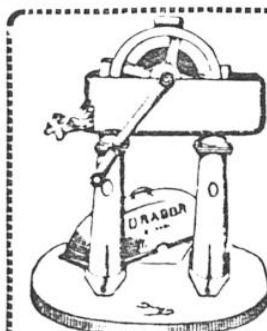
OUVERTURE AUTOMATIQUE DES GRILLES A VANTAUX

Système hydraulique breveté adaptable aux portes et grilles en service.

PIGAL H., à GUERMANTES, par LAGNY (Seine-et-Marne)

INVENTEURS Pour vos BREVETS

Adressez-vous à : **ROGER PAUL**, Ingénieur-Conseil, 35, rue de la Lune, PARIS (2^e). Brochure gratuite !



DRAGOR

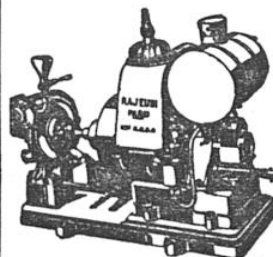
Élévateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds. A la main et au moteur. — Avec ou sans refoulement. — L'eau au 1^{er} tour de manivelle. Actionné par un enfant à 100 m. de profondeur. — Incongelabilité absolue. — Tous roulements à billes. — Contrairement aux autres systèmes n'utilise pas 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)

Voir article, n° 83, page 446.

Pour la Belgique : 89, allée Verte - Bruxelles

Groupe électrogène ou Moto-Pompe RAJEUNI



Bien que minuscule, ce Groupe est de la même excellente qualité que les autres appareils construits par les Etablissements RAJEUNI.

Il comporte la perfection résultant d'essais et d'expériences continus.

La longue pratique de ses créateurs se révèle dans sa construction simple et indéfectible.

Catalogue n°182 et renseignements sur demande.

119, r. St-Maur, PARIS-XI^e
Tél. : Oberkampf 52-46

Pour le maximum de puissance de votre moteur
Voici les meilleurs abouts



**SEGMENTS
H. GRENIER**

Médaille d'or Exposition Coloniale Paris 1931
Vincent PRIOTTI
17, rue Carnot, LEVALLOIS. Tél. : Pereire 13-14, 20-13
4.000.000 de segments répartis en 11.000 dimensions
B. C. 405.132

Depuis sa fondation
"LA SCIENCE ET
LA VIE" fait exé-
cuter toutes ses
illustrations par les

Établissements

LAUREYS Frères *U

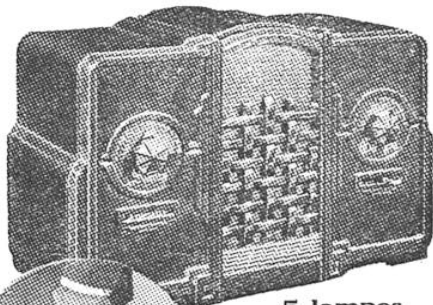
17, Rue d'Enghien, PARIS-10°

Téléph. : PROVENCE 99-37, 99-38, 99-39



PHOTOGRAVURE—
GALVANOPLASTIE—
STÉRÉOCHROME—
COMPOSITION
PUBLICITAIRE —
STUDIO DE PHOTOS
DESSINS

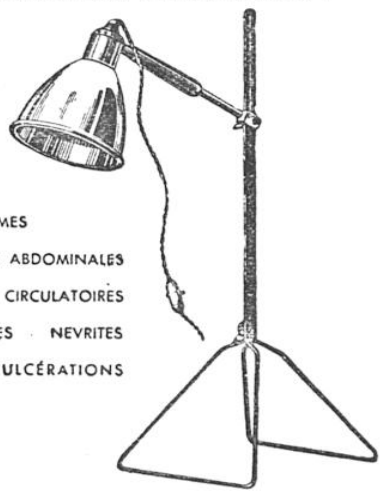
La petite merveille!
SUPERHÉTÉRODYNE
Sonora
CLEAR AS A BELL



5 lampes
Marche sur tous courants
alternatifs ou continus
995 francs au comptant
ou 100 fr. à la commande
100 fr. à la livraison
et le solde en
12 mensualités de 75 francs

© **RADIOCINE** ©
11, Boulevard Saint-Martin, PARIS-3°

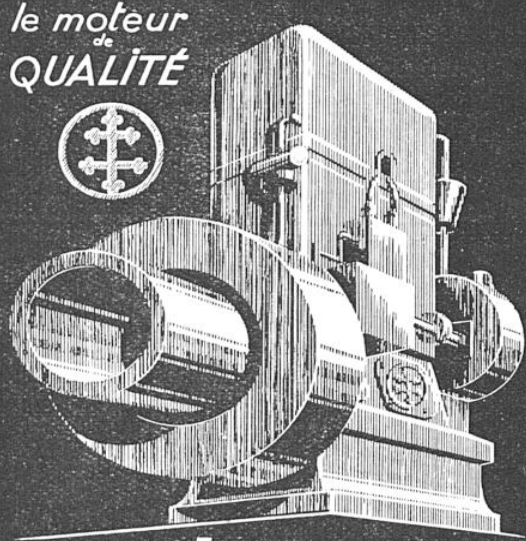
L'INFRA-ROUGE
— A DOMICILE —
**PAR LE PROJECTEUR
THERMO-PHOTOTHERAPIQUE
DU DOCTEUR ROCHU-MERY**



RHUMATISMES
DOULEURS ABDOMINALES
TROUBLES CIRCULATOIRES
NÉVRALGIES · NEVRITES
PLAIES · ULCÉRATIONS
ETC. ETC.

LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12, AV. DU MAINE, PARIS, XV° T. LITRE 81-82

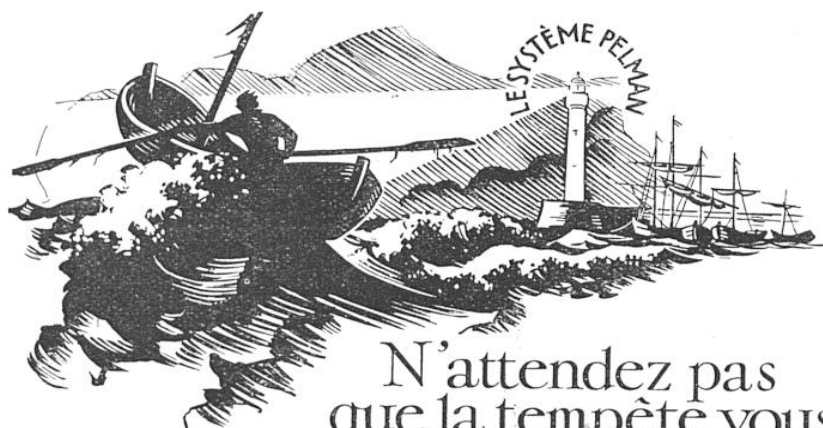
le moteur
de
QUALITÉ



**DIESEL
LORRAINE**

la grande marque française
7, RUE DE LA RÉPUBLIQUE A PUTEAUX - SEINE
LONGCHAMP 08.61 GOUTY - PARIS

Le bouleversement qu'a apporté l'inflation de crédits dans l'économie américaine, avant l'arrivée au pouvoir du Président Roosevelt, a exercé une répercussion particulièrement déprimante sur la valeur des immeubles dans les grandes villes, telles que New York et Chicago. C'est ainsi que la plupart des buildings (Chrysler Building, Rockefeller Building, par exemple) ont seulement le tiers de leurs locaux occupés, à tel point qu'un banquier américain a pu affirmer, récemment, que l'on avait construit, au cours de ces dernières années, des immeubles à New York pour loger 30 millions d'habitants, alors qu'il en a à peine 10 millions ! Dans ces conditions, la crise immobilière s'explique...



N'attendez pas
que la tempête vous
ait jeté à la côte !..

...Appliquez le **SYSTÈME PELMAN** qui
vous donnera **la technique du succès**. Il a
conduit à bon port plus de 75.000 Français.

Renseignements gratuits et sans engagement : Brochure 18

SYSTÈME PELMAN, 80, boul. Haussmann, PARIS-8^e
40 ANS D'EXPÉRIENCE MONDIALE DANS TOUTES LES CLASSES DE LA SOCIÉTÉ



*- Ah! ce que tu sens le camembert, passe
toi la bouche au Dentol.*

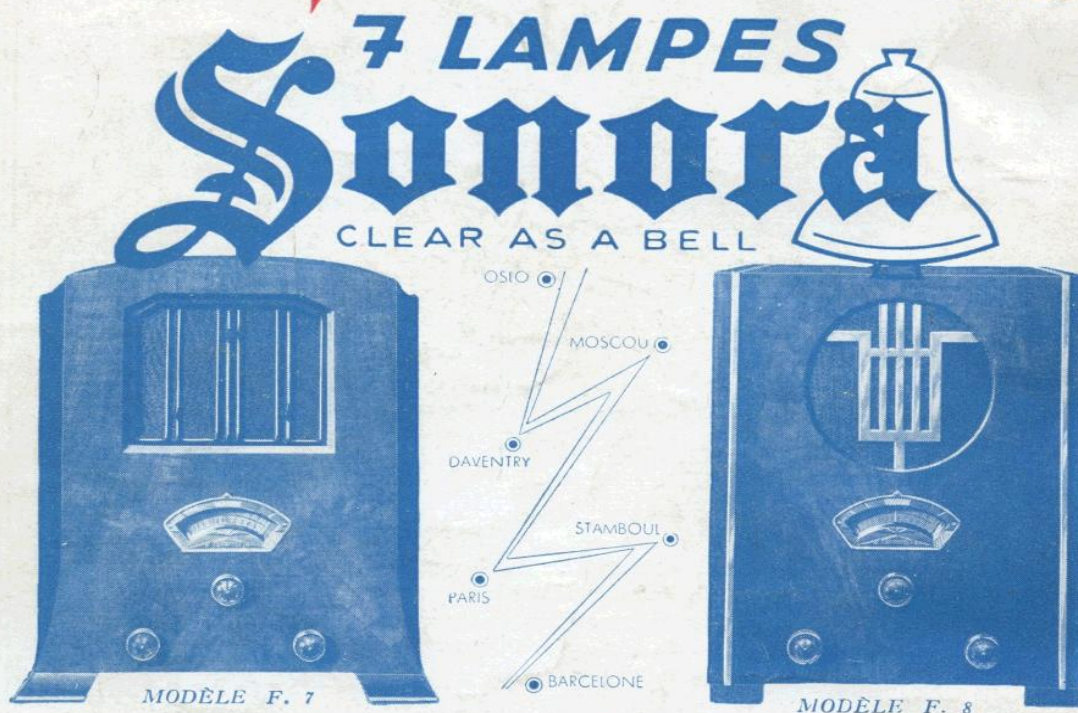
Le **DENTOL**, eau, pâte, poudre, savon, est un dentifrice à la fois souverainement antiseptique et doué du parfum le plus agréable. Créé d'après les travaux de Pasteur, il est tout particulièrement recommandé aux fumeurs. Il laisse dans la bouche une sensation de fraîcheur très persistante.

Dentol

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

*On peut le faire en France,
et...le Voici*

Grâce aux capacités et à l'habileté de nos excellents ouvriers français, grâce aux hautes qualités de nos revendeurs autorisés qui ont secondé nos efforts en vue de donner au public les meilleurs postes possibles aux plus bas prix possibles, nous pouvons annoncer avec grand plaisir et juste fierté le NOUVEL APPAREIL PERFECTIONNÉ



**EN VENTE
PARTOUT**

**1750^{frs}
SUPERHETERODYNE**

**PRIX
IMPOSÉ**

Avec le nouveau "Sonora" perfectionné, nous offrons au public un appareil **spécialement construit pour la France**. Les trois qualités essentielles d'un bon poste sont la **qualité du son**, la **possibilité de recevoir les stations lointaines** et la **sélectivité**. "Sonora" est réputé avec justesse pour ces trois qualités, que vous retrouverez dans ce nouveau modèle, sous deux ébénisteries différentes.

Ce modèle présente, de plus, des améliorations nouvelles et nombreuses, poussées à un degré qui touche à la perfection. Les lutheries ont été très soigneusement étudiées au point de vue de l'acoustique. Quant à leurs styles, ils sont de deux types très différents et chacun ne peut qu'ajouter à la beauté et à l'harmonie de tout intérieur.

SÉLECTIVITÉ

Usine et Siège Social : 5, rue de la Mairie, 5 — PUTEAUX (Seine)