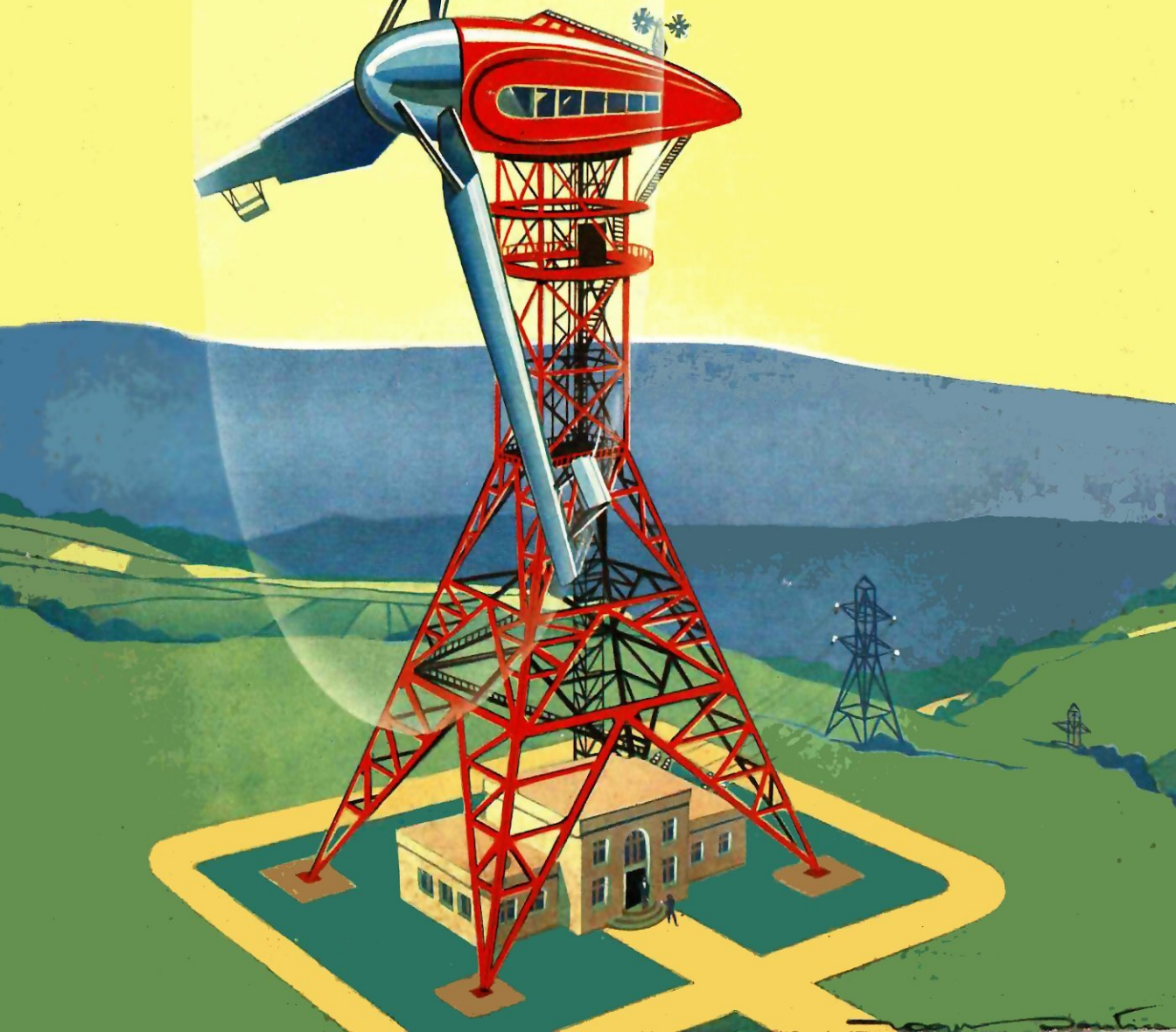


LA SCIENCE ET LA VIE



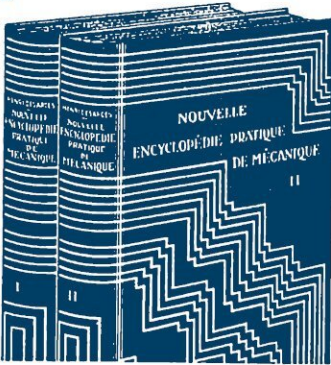
Le meilleur ouvrage indispensable aux Mécaniciens !

NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE DE MÉCANIQUE

Magnifique publication illustrée en
DEUX VOLUMES RELIÉS
format 21 x 29, renfermant 6 modèles
démontables de mécanique.

Publiée sous la direction de **H. DESARCES**, Ingénieur des Arts et Manufactures, avec la collaboration de nombreux Ingénieurs et Professeurs de Mécanique.

20 francs par mois



AGGROIRE SES CONNAISSANCES TECHNIQUES, C'EST TRIPLER SA VALEUR PROFESSIONNELLE

Toute personne sachant lire peut s'instruire seule, sans professeur, au moyen des volumes de l'**ENCYCLOPÉDIE DE MÉCANIQUE**, parce que les cours exposés dans cet ouvrage par des Ingénieurs spécialisés chacun dans la branche étudiée, sont écrits dans une langue claire, illustrée lorsqu'il est nécessaire d'exemples et de problèmes suivis de leurs corrigés.

C'est un **Enseignement Moderne** et substantiel de tout ce qui concerne la Mécanique ; c'est une source inépuisable de leçons, de conseils, de renseignements qui profiteront à tous ceux qui consulteront cet ouvrage.

Les Constructeurs, les Ingénieurs, les Directeurs d'Usine, les Garagistes trouveront dans cette Encyclopédie des réponses utiles à tous les cas pour lesquels une solution rapide est cherchée : Théorique, Technique, Pratique.

L'ouvrage se compose de deux gros volumes reliés solidement, du grand format 21 x 29 de 600 pages chacun environ, imprimées sur 2 colonnes abondamment illustrées de dessins, bleus, schémas et de nombreux hors-texte en couleurs ; impression sur papier vélin alfa en caractères neufs d'une visibilité parfaite et dans chaque volume sont encartés **3 modèles démontables** en couleurs, de Machines Mécaniques : **La chaudière à vapeur**,

La turbine à vapeur, La locomotive « Pacific », L'automobile « Panhard », L'avion, Le moteur d'avion.

Cette ingénieuse combinaison de Planches démontables permet à chacun : Professionnels, Techniciens ou Profanes de se rendre compte, d'une manière parfaite, du fonctionnement de chaque machine et de la place qu'occupe chaque pièce dans le corps de la machine. La démonstration vivante vient ainsi au secours de la théorie et la mémoire retient toujours mieux ce que **L'ŒIL A ENREGISTRÉ.**

L'extrait de la Table des Matières ci-dessous permet de juger l'étendue et la richesse de documentation de cette Encyclopédie qui sera pour chacun un Guide judicieux et éclairé.

CONNAISSANCES GÉNÉRALES. — 1^o Mesures des grandeurs : Longueur, Surface, Volume, Mesures de poids : calcul des poids : liquides, solides. Éléments de géométrie plane et de l'espace : Polygones, Triangles, Parallèles, Triangle et Trapèze. Circonférences. Aires. Courbes, etc... Géométrie descriptive. Point, droite, plan, étude, problèmes : Perspective cavalière, conique. Dessins et croquis industriels : tracés graphiques, projection, représentation des objets.

2^o Éléments d'algèbre : Calcul algébrique, puissance d'un nombre. Calcul des expressions algébriques. Additions et soustractions, multiplications et divisions. Problèmes. Equations 1^{er} et 2^o degré avec problèmes et corrigés. Progression. Logarithme. Variations des fonctions, etc... Éléments de trigonométrie. Instruments à calculer. Règles et machines.

3^o La Mécanique et les Phénomènes Physiques : La matière, le mouvement. Forces, gravité, mouvement composé, vibrations, pendule. Travail, énergie, puissance, résistance, problèmes. — Résistance des matériaux : extension, compression, flexion, tension, voilement : applications à la construction des machines. — Hydraulique et statique des gaz : Eau, air, gaz, chaleur, dilatation, fusion, liquéfaction, énergie. Principe de Carnot.

LES MACHINES. — Matières employées dans la construction des machines : Fer, fonte, acier. Haut fourneau. Puddlage. Usine. Bois. Cuir. Caoutchouc. Alliages. Éléments de machines. Assemblage, vis, filetage, écrous, boulons, goupilles, clavettes, rivets, etc. Arbres de transmission, résistance, calculs de flexion, tension. Tourillons porteurs et intermédiaires. Accouplements, paliers,

courroies, câbles, chaînes, poulies de transmission. Engrenages, friction, transformation du mouvement : Pistons. Coulissex, bielles, manivelles, volants. Tuyauterie, assemblages, joints, obturateurs à levée, à glissement. Lubrifiants et appareils graisseurs.

Les Moteurs modernes. — 1^{re} Partie. — Moteurs à vent : L'énergie hydraulique, Roues et Turbines hydrauliques. Pompe. Presses. Accumulateurs hydrauliques.

2^e Partie. — Moteurs thermiques : Chaudières : dimensions et systèmes, alimentation. Surchauffeurs. Foyer. Cheminée. Garnitures et appareils de sûreté. Contrôle. Réglementation. Machines à piston : distribution, régulation. Turbines à vapeur à action et à réaction. Différents types de Turbines. Condensation de la vapeur. Éjecteurs, réfrigérants, etc.

Moteurs à gaz, à air, à explosion : Description des moteurs. Essai des moteurs. Manomètres, compteurs. Calcul et mesure de la puissance des moteurs.

L'ATELIER. — Fonderie, Forgeage, Outillage. Boulonnerie. Chaudronnerie. Tuyauterie. Ajustage. Traçage. Machines outils : pratique du travail : types divers. Emboutissage. Soudure électrique.

L'USINE. — Appareils de levage simples, composés. Ascenseurs. Monte-charge. Escaliers mécaniques. Manutention mécanique. Compresseurs. Installations frigorifiques.

GRANDES APPLICATIONS DE LA MÉCANIQUE. — Locomotives. Wagons. L'automobile : description de tous ses organes, leur fonctionnement, etc... Ballons libres, dirigeables, Aéroplanes, hélicoptères, moteurs d'avions, etc...

BULLETIN DE SOUSCRIPTION

Je soussigné déclare souscrire à l'ouvrage en 2 volumes reliés dos cuir : Nouvelle Encyclopédie Pratique de Mécanique au prix de 225 fr. payable : A) Par versements mensuels de 20 fr. — B) En trois versements avec 3 % d'escompte, le premier de 72 fr. 75 à la réception des volumes, le deuxième de même somme un mois après, etc. — C) Au comptant avec 6 % d'escompte à la réception de l'ouvrage complet, soit net 211 fr. 50. Chaque souscription est majorée de 10 fr. pour frais de port et d'emballage et de 1 fr. par quittance pour frais de recouvrement. (Biffer le mode de paiement non choisi).

Nom et prénoms..... Ville..... Dép.....
Domicile..... SIGNATURE :
Le..... 193

Découper ce Bulletin et l'envoyer à la

LIBRAIRIE ARISTIDE QUILLET S. A. au Capital de 20.000.000 de fr. **278, B^d St-Germain, Paris-7^e**
OU A SES REPRÉSENTANTS

NOTICE ILLUSTRÉE ENVOYÉE GRATUITEMENT SUR SIMPLE DEMANDE

COMMENT

est-elle réalisée

4 vitesses (3^e silencieuse)

Sous Contrôle de l'A.C.F. 3^e 624 aux 100 Kms sur PARIS-MADRID-PARIS (2498 Km) 105 km 532 dans l'heure à MONTLÉRY

carrosserie monocoque tout acier

large compartiment pour bagages

Moteur 4 cylindres culasse aluminium

Roues avant indépendantes

4 freins hydrauliques 4 amortisseurs hydrauliques

La **SIMCA** *cing* a été réalisée par une main-d'œuvre d'élite dotée d'un outillage puissant, le plus moderne du monde.

Elle est construite avec les mêmes aciers et se pare du même fini qu'une voiture de luxe dont elle offre le confort et la sécurité.

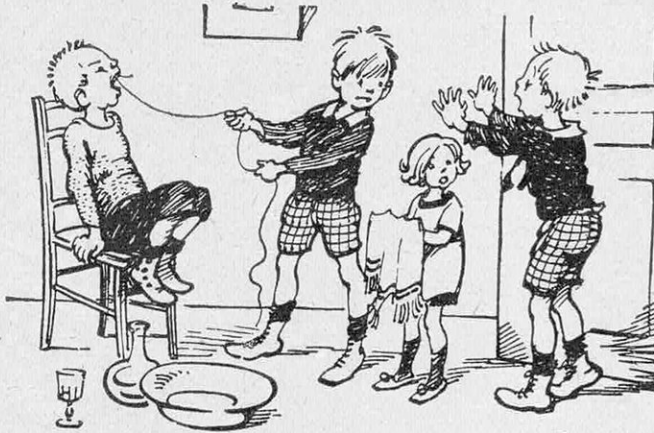


GARANTIE 6 MOIS
Trois révisions gratuites

9.900^{Fr}.

SIMCA *cing*

Production de la Sté Industrielle de Mécanique et Carrosserie Automobile - (Usines Simca) Nanterre



- Arrêtez, arrêtez, nous avons oublié le Dentol.

LE DENTOL

eau - pâte - poudre - savon

est un Dentifrice antiseptique, créé d'après les travaux de Pasteur, il raffermi les gencives. En peu de jours, il donne aux dents une blancheur éclatante. Il purifie l'haleine et est particulièrement recommandé aux fumeurs. Ce dentifrice laisse dans la bouche une sensation de fraîcheur délicieuse et persistante.

Maison FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris.

Echantillon gratuit sur demande en se recommandant de La Science et la Vie.

Dentol

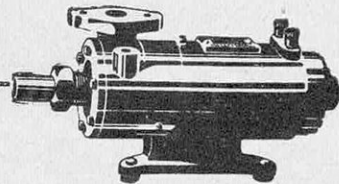
VISSEAUX

Economie

Régularité

Les petites Visseaux font les grandes lumières

H.69



GRACE A "L'OTO", de bas en haut, sous pression, j'ai de l'eau

La nouvelle pompe électrique domestique type "OTO" est MONOBLOC. Elle fonctionne pour quelques centimes à l'heure sans bruit, surveillance ou entretien sur n'importe quel compteur exactement comme une lampe. Elle aspire, refoule, lave, arrose. Son PRIX EST SENSATIONNEL : 590 frs. Vous ne perdrez pas votre temps en demandant la brochure illustrée gratuite "OTO 1/5 CV".

A. GOBIN, Ingénieur-Constructeur
3, Rue Ledru-Rollin, 3
SAINT-MAUR (Seine)

PROCHAIN CONCOURS : COURANT 1936

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° Maintenir l'emploi exclusif d'un seul système de mesures : le système métrique décimal ;
- 2° Vérifier les instruments de mesure neufs, avant leur mise en vente ;
- 3° Contrôler périodiquement les instruments de mesure en service chez les commerçants et industriels, et ordonner la réparation des instruments défectueux ;
- 4° 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'École Spéciale d'Administration, 28, boulevard des Invalides, Paris-7^e.

FICHET

Coffres-forts

SERRURES ET VERROUS DE SURETÉ
 APPAREILS DE SURVEILLANCE AUTOMATIQUE
 FERMETURES ÉTANCHES POUR ABRIS
CONTRE LE BOMBARDEMENT AÉRIEN

SIÈGE
 SOCIAL

26, rue Guyot - PARIS (17^e)

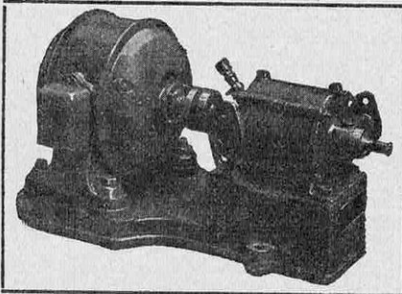
MAGASINS
 DE VENTE

43, rue Richelieu - PARIS (1^{er})

SUCCURSALES ET AGENTS DANS TOUTES LES GRANDES VILLES

POMPES DAUBRON

57, avenue de la République, PARIS



ÉLECTRO-POMPES DOMESTIQUES

pour villas, fermes, arrosage, incendies
 FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE

Distribution d'eau sous pression
 par les groupes
DAUBRON

POMPES INDUSTRIELLES
 tous débits, toutes pressions, tous usages

un ensemble
 unique...

PHOTOGRAVURE
 CLICHERIE
 GALVANOPLASTIE
 DESSINS
 PHOTOS
 RETOUCHES

pour
 illustrer vos
Publicités

Établissements

Laureys F^{res} * U

17, rue d'Enghien, Paris



**Vous constaterez
une économie de 15 à 25 %
et un meilleur rendement du moteur**

L'INVENTION LA PLUS SIMPLE QUI SOIT

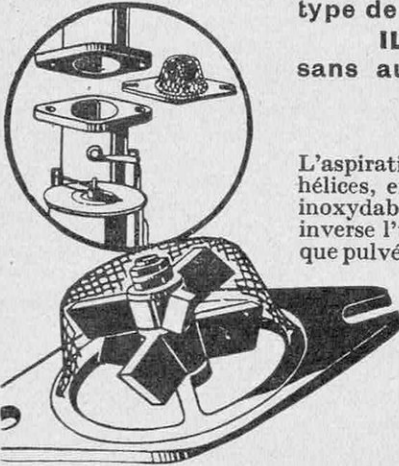
LE TURBO-DIFFUSEUR M.P.G.

Merveilleux appareil s'adaptant à n'importe quel type de voiture automobile, motocyclette, camion.

IL SE POSE EN TROIS MINUTES
sans aucune manipulation, par la personne la moins expérimentée.

FONCTIONNEMENT

L'aspiration produite par le piston met en mouvement deux hélices, en métal spécial, enfermées dans une calotte à grillage inoxydable, qui, comme dans une turbine, tournent en sens inverse l'une de l'autre à grande vitesse. Cette action mécanique pulvérise, volatilise le mélange d'air et d'essence en milliers de molécules qui se distribuent d'une façon parfaitement homogène dans la chambre d'explosion. Avec la plus faible étincelle, la combustion est totale.



Plus d'encrassements, plus de fatigues du moteur. Mise en marche instantanée. Accélération très rapide et reprises idéales. Economie d'essence de 15 à 25%.

Tout ceci est facile à comprendre, mais... vous voulez des faits, Voici donc notre offre

OFFRE D'ESSAI S.V. 2

LE TURBO-DIFFUSEUR M. P. G.

13, rue d'Armenonville, Neuilly (Seine)

Veuillez m'envoyer par retour du courrier un TURBO-DIFFUSEUR M. P. G., avec les instructions nécessaires pour son montage sur mon automobile, motocyclette, camion, tracteur

Marque..... Type..... H.P..... Carb.....

Je pose cette seule condition : Si je ne suis pas pleinement satisfait dès les 15 jours de la réception, je vous retournerai l'appareil et vous me rembourserez, sans discussion ni délai, les 100 francs que je paye : à réception contre remboursement. — En un mandat postal ci-joint. (Biffer la mention inutile).

Adresse

Nom

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'État,
LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE.

L'efficacité des méthodes de l'École Universelle, méthodes qui sont, depuis 29 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 **vos adresse** et le **numéro de la brochure** qui vous intéresse, parmi celles qui sont énumérées ci-après. Vous la 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 engagement de votre part.

BROCHURE N° 16.300, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'au 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*, au *Certificat d'études P. C. B.* et à l'*examen d'herboriste*.

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

BROCHURE N° 16.306, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel depuis la onzième jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant aussi les examens de passage — concernant, enfin, 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* et aux *diplômes de fin d'études secondaires*.

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

BROCHURE N° 16.311, 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° 16.316, 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 Faculté, Professeurs agrégés, etc.)

BROCHURE N° 16.321, 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° 16.327, 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° 16.331, 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° 16.336, 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° 16.341, 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° 16.345, concernant la préparation aux métiers de la **Couture**, de la **Coupe**, de la **Mode** et de la **Chemiserie** : Petite-Main, Seconde-Main, Première-Main, Couturière, Vendeuse, Vendeuse-retoucheuse, Modéliste, Modiste, Coupeuse, Lingère, Brodeuse, Coupeur-Chemisier, Coupe pour hommes, Professorats libres et officiels, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputés.)

BROCHURE N° 16.352, concernant la préparation aux carrières du **Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 16.358, concernant la préparation aux carrières du **Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 16.361, 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° 16.367, concernant l'étude des **Langues étrangères** : Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Russe, Annamite, Portugais, Arabe, Esperanto. — Concernant, en outre, les carrières accessibles aux polyglottes et le **Tourisme** (Interprète).
(Enseignement donné par des Professeurs ayant longuement séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

BROCHURE N° 16.372, concernant l'enseignement de tous les **Arts du Dessin** : Cours universel de dessin, Dessin usuel, Illustration, Caricature, Composition décorative, Décoration, Aquarelle, Peinture, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire — concernant également la préparation à tous les **Métiers d'art** et aux divers **Professorats**, E. P. S., Lycées, Ecoles pratiques.
(Enseignement donné par des Artistes réputés, Lauréats des Salons officiels, Professeurs diplômés, etc.)

BROCHURE N° 16.377, 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° 16.380, 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.)

BROCHURE N° 16.386, concernant l'**Art d'écrire** (Rédaction littéraire, Versification) et l'**Art de parler en public** (*Eloquence usuelle, Diction*).

BROCHURE N° 16.390, concernant l'**enseignement** pour les **enfants débiles** ou **retardés**.

BROCHURE N° 16.397, concernant les **carrières féminines** dans tous les ordres d'activité.

Ecrivez aujourd'hui même, comme nous vous y invitons à la page précédente, à MM. les Directeurs de

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16^e)

QUELQUES ATTESTATIONS

parmi **LES MILLIERS** que reçoit chaque année
l'École Universelle sans jamais les solliciter (suite).

(Voir les numéros précédents de *La Science et la Vie*.)

N. B. — Par un souci de discrétion, nous ne donnons ici que les initiales de nos correspondants. Vous pourrez lire ces mêmes lettres, parmi beaucoup d'autres, avec le nom et l'adresse de chaque signataire, dans les brochures de l'École Universelle relatives aux ordres d'enseignement auxquels se rapportent ces attestations

Messieurs les Directeurs,

Suivant, sous votre direction, les deux préparations (**Combinaison C et Cours élémentaire de comptabilité**), je n'ai qu'à m'en féliciter **ET REGRETTER MÊME DE NE M'ÊTRE PAS ADRESSÉ PLUS TOT A L'ÉCOLE UNIVERSELLE.**

Ces cours sont rédigés de manière qu'on les comprend facilement, la méthode suivie est d'une clarté parfaite, le retour des devoirs très régulier; les corrigés-types qui permettent de se rendre compte des erreurs commises complètent à merveille le travail d'étude.

Je remercie bien sincèrement messieurs mes professeurs, qui n'ont fait que m'encourager en me guidant de leurs bons conseils.

Je n'hésiterai pas, sitôt ces cours terminés, à vous adresser une nouvelle lettre d'adhésion pour le cours de comptabilité industrielle.

M. E., Arquin (Nièvre).

Monsieur le Directeur,

J'ai bien reçu votre lettre et mes devoirs corrigés, et je ne trouve pas de mots pour vous exprimer mes remerciements pour l'intérêt que vous me portez.

Votre École **FAIT VRAIMENT HONNEUR A VOTRE PAYS**, et je tiendrai toujours à honneur pour moi de dire que je suis votre élève (**Peinture à l'huile**)...

JE REGRETTE SEULEMENT DE N'AVOIR PAS CONNU VOTRE ÉCOLE PLUS TOT, alors que je tâtonnais sans le guide que je désirais trouver.

Le frère d'une camarade, M. H. M., m'avait parlé d'un cours de musique qu'il suivait par correspondance, ce qui me causa alors de l'ébahissement. Mais, à présent, je constate avec joie la lumière envoyée à toute distance par votre École admirablement organisée.

S. C., Samos-Vathy (Grèce).

Monsieur,

Je vous annonce mon immense bonheur. Je suis reçu aux deux derniers certificats que j'ai préparés avec l'École Universelle. La **psychologie** me vaut une mention **BIEN**; la **morale et la sociologie**, une mention **ASSEZ BIEN.**

Vous remercieriez beaucoup mes professeurs. J'ai suivi leurs bons conseils. Les résultats que j'attendais ne m'ont pas déçu.

Je vous autorise à publier que l'étude approfondie de vos cours me met en possession de **TROIS CERTIFICATS DE PHILOSOPHIE EN UN AN...**

Autant que je le pourrai, je tâcherai de faire connaître les avantages de vos cours, dont je suis très content.

L. N., Wimereux (Pas-de-Calais).

Monsieur le Directeur,

Venant d'être avisé de mon admissibilité à l'emploi de **Commis stagiaire aux postes du Gouvernement chérifien** avec le **NUMÉRO UN**, je m'empresse de vous faire parvenir mes remerciements pour la façon éclairée et dévouée dont vous avez dirigé mes études. **C'EST LE DEUXIÈME SUCCÈS EN UN AN ET DEMI DONT JE VOUS SUIS REDEVABLE.** S'il vous plaît de publier cette attestation de la valeur de votre enseignement, je vous donne toute latitude pour le faire.

J. B., Le Creusot (Saône-et-Loire).

Monsieur le Directeur,

J'ai l'honneur et le plaisir de vous adresser mes sincères remerciements pour le **Cours complémentaire** et le **Cours de rédaction** que j'ai suivis sous votre direction. En vous exprimant ma profonde reconnaissance, je ne puis m'empêcher de vous dire que je suis enchanté de votre méthode simple, claire, précise. Vos plans d'étude rédigés d'une façon vraiment pratique et accompagnés de conseils détaillés

me font comprendre immédiatement toutes les difficultés que je rencontre.

Je n'aurais jamais pensé que l'on pouvait s'instruire par correspondance, et aujourd'hui **JE REGRETTE DE N'AVOIR PAS COMMENCÉ A M'INSCRIRE PLUS TOT AU NOMBRE DES ÉLÈVES DE L'ÉCOLE UNIVERSELLE.**

Mon cours complémentaire étant terminé, je vous prie de vouloir bien me délivrer un certificat de l'École qui restera pour moi un bon souvenir. Croyez bien que si, plus tard, j'ai l'intention de suivre de nouveaux cours, je ne manquerai pas d'avoir recours à votre excellente méthode.

T. T. M., Haidong (Tonkin).

Monsieur le Directeur,

J'ai le plaisir de vous informer que je suis admis en deuxième année à l'École **d'électricité et de mécanique industrielles...**

Si ma lettre peut servir en quoi que ce soit au bon renom de **VOTRE ÉCOLE QUI M'A PERMIS DE PARTIR D'UNE INSTRUCTION PRIMAIRE ABANDONNÉE DEPUIS CINQ ANS POUR ENTRER DANS UNE GRANDE ÉCOLE SPÉCIALE**, je vous autorise pleinement à la publier. Encore une fois, tous mes remerciements.

B., Paris (15^e).

Monsieur le Directeur,

J'ai le plaisir de vous annoncer l'admission de mon fils à l'École **spéciale militaire de Saint-Cyr**. C'est, sans aucun doute, à votre méthode éclairée et à vos précieuses directives que je dois ce succès, **APRÈS SEULEMENT SIX MOIS DE PRÉPARATION.** J'ai d'autant mieux apprécié votre merveilleux enseignement qu'ici, **SUR ONZE ÉLÈVES PRÉSENTÉS, QUATRE ONT ÉTÉ REÇUS, DONT MON FILS.** Ces chiffres montrent bien la véritable valeur de l'École Universelle que je ne cesse de louer autour de moi.

Colonel L., à B.

Monsieur le Directeur,

J'ai l'honneur de vous annoncer ma réussite au **Rédacteur du ministère des Finances**, après **DEUX MOIS** de votre parfaite préparation; **JE N'AVAIS FAIT AUPARAVANT AUCUNE ÉTUDE DE DROIT**, ayant été candidat admissible à l'École Polytechnique et n'ayant pu y entrer, faute de pouvoir contracter un engagement dans l'armée, vu mon état de santé. C'est vous dire que mes études antérieures ne me servaient à rien pour ce concours; **MA COURTE PRÉPARATION A SUFFI A M'ASSURER LE SUCCÈS...**

H. A. Paris (16^e).

Monsieur le directeur,

C'est un véritable plaisir pour moi de vous annoncer mon succès au **Certificat d'aptitude pédagogique.**

Ce succès, qui me fait tant plaisir aujourd'hui, n'est-ce pas à vous, cher professeur, que je le dois?

Je peux vous dire que vos cours m'ont paru tellement simples qu'en les lisant j'ai eu l'impression de les vivre. J'ajoute même que je les ai étudiés avec plaisir.

Je me suis efforcée de travailler en suivant vos conseils.

Je tiens à vous remercier, monsieur et cher professeur, pour votre délicate attention et votre intérêt à mon travail. **JE NE REGRETTE QU'UNE CHOSE, C'EST DE NE PAS M'ÊTRE CONFIEE A VOUS L'AN DERNIER.** Peut-être bien qu'en agissant ainsi, j'aurais évité cet échec passé qui m'a un temps découragé.

Encore une fois, monsieur, je vous dis toute ma reconnaissance, et vous prie d'agréer mes sentiments distingués et respectueux.

M. D., Circuit-sur-Monzon (Vosges).

(A suivre.)

ARROSEUR IDEAL



TOUS DÉBITS. TOUTES PRESSIONS

depuis 45f

E. GUILBERT
50, AVENUE DE LA REINE
BOULOGNE SUR SEINE
TEL: MOLITOR. 17-76

tous articles de jardin

Pas de foyer
Pas d'atelier
Pas d'usine
sans un
MOTEUR
RAGONOT-ERA
moteurs à réducteurs de vitesse - moteurs spéciaux - génératrices - convertisseurs

...ou un

Ragonot-Delco

(Licence Delco)

ET E. RAGONOT, les grands spécialistes des petits moteurs, 15 rue de Milan, Paris. Tri. 17-60

Pub. R.-L. Dupuy

SOYEZ MODERNES I AYEZ UN

VÉLORIZONTAL

LICENCE VÉLOCAR

Plus rapide et plus confortable qu'une bicyclette classique.

Demandez notice à
VÉLORIZONTAL
66, rue Roque-de-Fillol, PUTEAUX (Seine)

595

FRANCS

DRAGOR

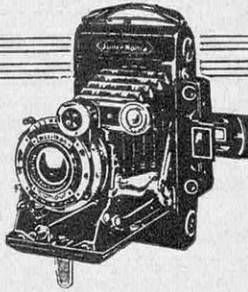
Élévateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds
A la main et au moteur. - Avec ou sans refoulement. - L'eau au 1^{er} tour de manivelle. Actionné par un enfant à 100 m. de profondeur. - Incongelabilité absolue. - Tous roulements à billes. - Contrairement aux autres systèmes n'utilise pas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

Elévateurs DRAGOR
LE MANS (Sarthe)
Pour la Belgique :
39, allée Verte - Bruxelles

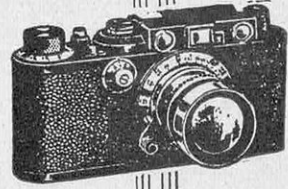
Voir l'article, n° 83, page 446.



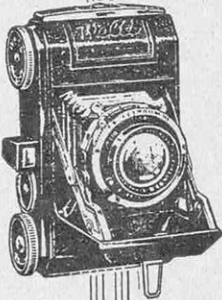
CONTAX



SUPER-IKONTA



LEICA



WELTI-WELTA

*Ne perdez pas
votre temps!*

UN
APPAREIL de PRÉCISION
s'achète chez le
GRAND SPÉCIALISTE



RETINA KODAK

PHOTO-PLAIT

35-37-39, RUE LA FAYETTE - PARIS (Opéra)

Succursales

142, Rue de Rennes - Paris (Montparnasse)
104, Rue de Richelieu - Paris (Bourse)
15, Galerie des Marchands (rez-de-chaussée) gare St-Lazare
6, Place de la Porte-Champerret - Paris (17^e)

Facilités de paiement et reprise en
compte des anciens appareils.

**CATALOGUE
PHOTO - CINÉMA 1936**
gratis sur demande



PERFEKTA



EXACTA



ROLLEIFLEX

STUDIO
POL
ROGER
PARIS

POUR DEVENIR UN PARFAIT AMATEUR

lisez "LA PHOTO POUR TOUS"

Revue Mensuelle Illustrée de Photographie

Le Numéro : 4 fr. — Abonnement un an : 36 fr.

DIRECTION ET ADMINISTRATION : 39, rue La Fayette, PARIS (9^e)

où que vous soyez
..profitez des
avantages
du gaz!



Vous êtes éloignés de toute usine à gaz ? Qu'importe. Butagaz vous apporte la flamme souple et docile, si pratique pour la cuisine, la salle de bains, l'éclairage et le chauffage.

Livré en bouteilles, il s'installera chez vous, aussi isolée que soit votre habitation. En tous lieux, Butagaz vous permettra de bénéficier de la commodité du gaz. Approvisionnement régulier par des milliers de dépositaires livrant à domicile.

BUTAGAZ
LE PREMIER BUTANE FRANÇAIS

Santé Force Vigueur
l'Électricité

L'Institut Modern du Dr Grard à Bruxelles vient d'éditer un traité d'Électrothérapie destiné à être envoyé gratuitement à tous les malades qui en feront la demande. Ce superbe ouvrage médical en 5 parties, écrit en un langage simple et clair, explique la grande popularité du traitement électrique et comment l'électricité, en agissant sur les systèmes nerveux et musculaire, rend la santé aux malades, débilisés, affaiblis et déprimés.

1^{re} Partie : **SYSTÈME NERVEUX.**

Neurasthénie, Névroses diverses, Névralgies, Névrites, Maladie de la Moelle épinière, Paralyxies.

2^{me} Partie : **ORGANES SEXUELS ET APPAREIL URINAIRE.**

Impuissance totale ou partielle, Varicocèle, Pertes Séminalles, Prostatorrhée, Écoulements, Affections vénériennes et maladies des reins, de la vessie et de la prostate.

3^{me} Partie : **MALADIES de la FEMME**

Métrite, Salpingite, Leucorrhée, Écoulements, Anémie, Faiblesse extrême, Aménorrhée et dysménorrhée.

4^{me} Partie : **VOIES DIGESTIVES**

Dyspepsie, Gastrite, Gastralgie, Dilatation, Vomissements, Aigreurs, Constipation, Entérites multiples, Occlusion intestinale, Maladies du foie.

5^{me} Partie : **SYSTÈME MUSCULAIRE ET LOCOMOTEUR**

Myalgies, Rhumatismes divers, Goutte, Sotique, Arthritisme, Artério-Sclérose, Troubles de la nutrition, Lithiase, Diminution du degré de résistance organique.

La cause, la marche et les symptômes de chacune de ces affections sont minutieusement décrites afin d'éclairer le malade sur la nature et la gravité de son état. Le rôle de l'électricité et la façon dont opère le courant galvanique sont établis pour chaque affection.

L'application de la batterie galvanique se fait de préférence la nuit et le malade peut sentir le fluide bienfaisant et régénérateur s'infiltrer doucement et s'accumuler dans le système nerveux et tous les organes, activant et stimulant l'énergie nerveuse, cette force motrice de la machine humaine.

Chaque ménage devrait posséder cet ouvrage pour y puiser les connaissances utiles et indispensables à la santé, afin d'avoir toujours sous la main l'explication de la maladie ainsi que le remède spécifique de la guérison certaine et garantie.

C'EST GRATUIT

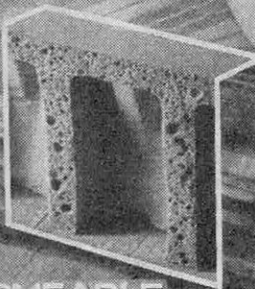
Hommes et femmes, célibataires et mariés, écrivez une simple carte postale à Mr le Docteur L. P. GRARD, 30, Avenue Alexandre-Bertrand, BRUXELLES-FOREST, pour recevoir par retour, sous enveloppe fermée, le précis d'électrothérapie avec illustrations et dessins explicatifs. Affranchissement pour l'Étranger: Lettre 1,50. Carte 0,90.

J'AIME

MON MATELAS DUNLOPILLO

QUI M'APPORTE

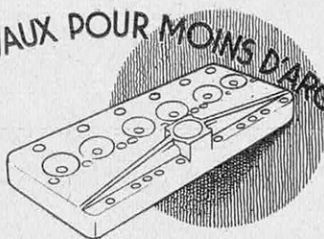
CONFORT ET HYGIENE



PERMEABLE
A L AIR

DUNLOPILLO

PLUS DE CHEVAUX POUR MOINS D'ARGENT



MOTEURS
CHASSIS
CARROSSERIE

D'AUTOMOBILE



L'ALUMINIUM FRANÇAIS
23 bis Rue de Balzac-Paris

BON A DÉCOUPER

Veuillez m'adresser gracieusement, et sans engagement de ma part, toute documentation concernant l'emploi de

**L'ALUMINIUM
DANS L'AUTOMOBILE**

NOM.....

PROFESSION.....

ADRESSE.....

A retourner à
L'ALUMINIUM FRANÇAIS, 23 bis, rue de Balzac, PARIS

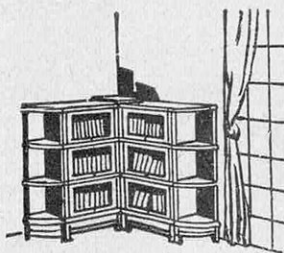
**BIBLIOTHÈQUES
EXTENSIBLES ET
TRANSFORMABLES**

M. D.



LA BIBLIOTHÈQUE M. D. S'ADAPTE AUX DISPOSITIONS DE N'IMPORTE QUEL LOCAL. ELLE PEUT ÊTRE MODIFIÉE INSTANTANÉMENT ET AGRANDIE SUCCESSIVEMENT. ELLE FORME TOUJOURS UN ENSEMBLE DES PLUS DÉCORATIFS.

Demandez l'envoi gratuit du Catalogue n° 71.



**BIBLIOTHÈQUE
M. D.**

9, rue de Villersexel, 9
PARIS-7^e

**FACILITÉS DE
PAIEMENT**



**Situations
DANS
L'AVIATION**

LE temps presse surtout pour les jeunes. Il ne s'agit pas de s'endormir. C'est donc vers l'Aviation qu'une partie des candidats à une situation d'avenir doivent tourner les yeux, d'abord parce que l'Aviation est une arme d'élite pour y faire son service militaire, ensuite, parce qu'en quittant le service, l'aviateur est toujours certain de trouver une situation civile.

AVIATION MILITAIRE. — Les jeunes gens n'ayant qu'une instruction primaire peuvent devenir : **Mécaniciens** en suivant les cours sur place ou par correspondance à l'Ecole de Navigation de Paris et à condition de faire un peu de travail manuel ; **Pilotes**, en préparant l'examen des bourses de Pilotage ; **Radios**, en suivant la préparation spéciale de l'Ecole.

Ceux qui ont l'instruction du Brevet élémentaire peuvent entrer à l'**Ecole des Mécaniciens de Rochefort** (2^e année), ou à l'**Ecole des pilotes d'Istres**, ou préparer un **brevet de radio**, toujours avec l'Ecole de Navigation.

Ceux qui ont l'instruction du Baccalauréat peuvent aspirer à l'**Ecole de l'Air**, qui forme les Officiers Pilotes, ou à l'**Ecole des Officiers mécaniciens**.

AVIATION CIVILE. — Enfin, ceux qui ont terminé leur service militaire pourront devenir **Agent technique, Ingénieur adjoint, Ingénieur, Radiotélégraphiste au Ministère de l'Air**.

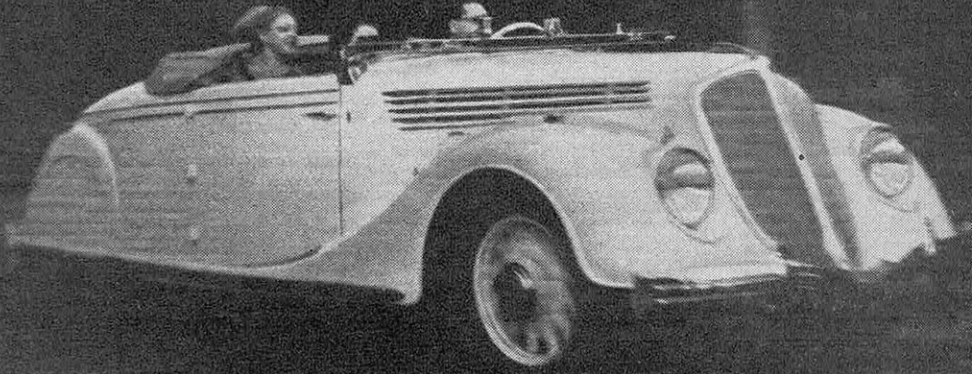
Dans tous les cas, solde et traitements élevés — avancement — prestige — retraites.

Jeunes gens, n'hésitez pas : allez vers l'Aviation.

☑ Renseignements gratuits auprès de l'**ÉCOLE DE NAVIGATION MARITIME ET AÉRIENNE, 19, RUE VIÈTE, PARIS (17^e)**.

VITESSE
VIVACITÉ
VIVA GRAND SPORT

LA 6 CYLINDRES IMBATTABLE EN CONFORT ET EN VITESSE



RENAULT

SOURDS

Seule, la marque AUDIOS
grâce à ses ingénieurs spécialisés
poursuit sa marche en avant et
reste en tête du progrès

Sa nouvelle création

LE CONDUCTOS

est une petite merveille de la technique moderne
Demandez le tableau-diagnostic du Docteur RAJAU à
DESGRAIS, 140, rue du Temple, Paris-3^e

CONSERVATION parfaite des ŒUFS

PAR LES

COMBINÉS BARRAL

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

**5 COMBINÉS BARRAL
pour conserver 500 œufs
11 francs**



Adresser les commandes avec un mandat-
poste, dont le talon sert de reçu, à
M. Pierre RIVIER, fabricant des Combis-
nés Barral, 8, villa d'Alésia, PARIS-14^e.
PROSPECTUS GRATIS SUR DEMANDE

LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX
Documentation la plus complète et la plus variée

EXCELSIOR

GRAND QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

PARIS, SEINE, SEINE-ET-OISE ET SEINE-ET-MARNE.	{	Trois mois	20 fr.
		Six mois	40 fr.
		Un an	76 fr.
DÉPARTEMENTS, COLONIES. . .	{	Trois mois	25 fr.
		Six mois	48 fr.
		Un an	95 fr.
BELGIQUE	{	Trois mois	32 fr.
		Six mois	60 fr.
		Un an	120 fr.
ÉTRANGER.	{	Trois mois	50 fr.
		Six mois	100 fr.
		Un an	200 fr.

INVENTEURS

POUR VOS

BREVETS

WINTHER-HANSEN
L. DENÈS Ing. Cons.
35, Rue de la Lune, PARIS 2^e

DEMANDEZ LA BROCHURE GRATUITE "S"



S. G. A. S.

ing.-constr. br. s. g. d. g.
44, r. du Louvre, PARIS

VOLT-OUTIL, sur courant lumière. forme 20 petites ma-
chines-outils. Il perce, scie, tourne, meule, etc., bois et
métaux pour 20 centimes par heure. — Succès mondial.

NOTICE FRANCO

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

◀ FILTRE ▶

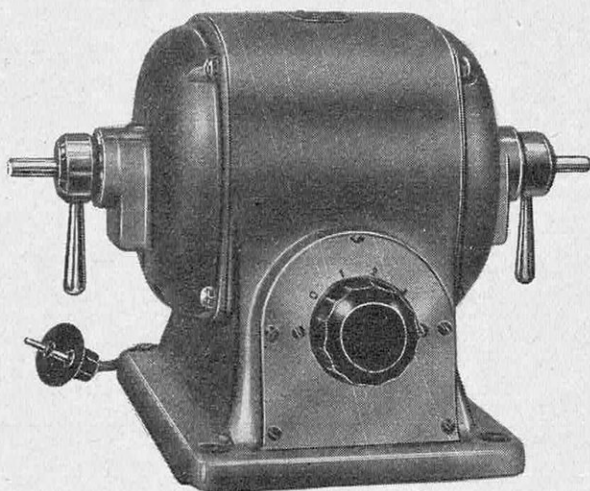
MAISONS D'ARTICLES DE MÉNAGE
et 155, faubourg Poissonnière, Paris

MALLIÉ

PREMIER CONSTRUCTEUR FRANÇAIS

DU MOTEUR D'INDUCTION DE 1/100 A 1/2 HP POUR TOUTES APPLICATIONS

*La plus grande expérience : 30.000 moteurs en service
Mono, bi et triphasés silencieux, de 1/100 à 1/2 HP*



TOUR DE LABORATOIRE
à 2 ou 3 vitesses

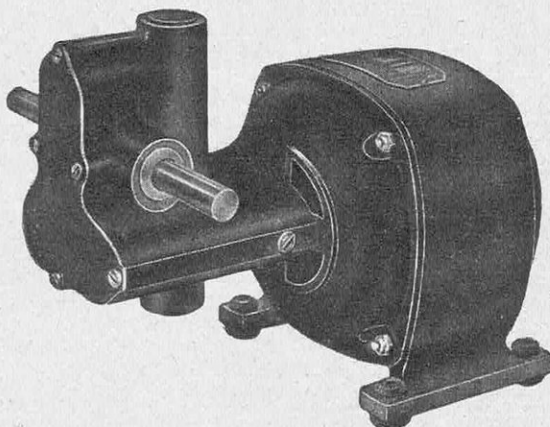
~~~~~  
**TOURET POUR AFFUTAGE  
ET POLISSAGE**

~~~~~  
MOTEUR MONOPHASÉ
à renversement de marche

MOTEUR MONO, BI, TRI
à plusieurs vitesses,
à réglage de vitesse,
avec ou sans réducteur de vitesse

~~~~~  
**MOTEUR ASYNCHRONE  
SYNCHRONISÉ**

Etc., etc.



*Toutes vos exigences satisfaites --- Tous vos problèmes résolus*

~~~~~  
R. VASSAL

INGÉN.-CONSTRUCTEUR

13, rue Henri-Regnault, SAINT-CLOUD (S.-&-O.) - Tél. : Val d'Or 09-68



Pour
“DISCIPLINER”

le courant!

abaisser la tension dangereuse de 220 volts et accroître le rendement de vos appareils, ayez un

SURVOLTEUR - DÉVOLTEUR

“ FERRIX ” - 2 modèles :

CD - régularise le courant (220 v ou 110 v.) (survoltage 20 o/o, dévoltage 20 o/o), 5 types de puissances différentes.

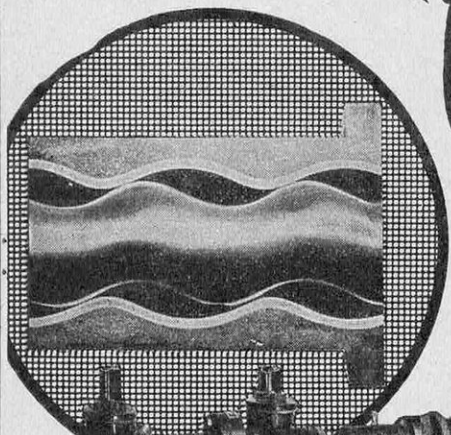
CT - abaisse la tension (de 220 v à 110 v.) et la régularise (survoltage 18 o/o, dévoltage 18 o/o, veilleuse), 3 types de puissances différentes.

Demandez la Notice N° 40 à

FERRIX

98, Avenue Saint-Lambert - NICE
 2, Rue Villaret de Joyeuse - PARIS

Pub. K. L. Dupuy



Un Succès
UNE POMPE
EN CAOUTCHOUC

Pompes P. C. M. LICENCE R. NOINEAU

SES AVANTAGES :

- **SILENCIEUSE**
- EAU ■ MAZOUT ■ ESSENCE
- LIQUIDES ÉPAIS ET ABRASIFS
- LIQUIDES ALIMENTAIRES
 CRAIGNANT L'ÉMULSION
- **AUTO-AMORÇAGE**
- **NE GÈLE PAS**

*tous débris
 toutes pressions*

Soc. POMPES, COMPRESSEURS, MÉCANIQUE

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

FOIRE DE PARIS : Terrasse B - Stand 1.813

ON DEMANDE

Homme ou Femme
SANS APTITUDES
SPÉCIALES
Situation d'avenir

Tous les Français doivent savoir qu'ils peuvent de suite trouver une situation agréable, indépendante, rémunératrice et stable, en s'adressant aux ATELIERS D'ART CHEZ SOI (Société SADACS).

Toutes les personnes, de quelque âge ou condition qu'elles soient, à la recherche d'une situation stable et lucrative ou désirant augmenter leurs gains en travaillant pendant leurs heures de loisir, doivent, dès aujourd'hui, au moyen du « bon gratuit » ci-dessous, demander aux *Ateliers d'Art Chez Soi* tous les renseignements détaillés.

Par suite des nouvelles lois de contingentement, les commandes affluent de toutes parts vers les artisans français.

Les *Ateliers d'Art Chez Soi*, puissant groupement d'artisans, grâce à un service de vente unique au monde, ayant des débouchés illimités dans les grands magasins, les grands journaux, dans la clientèle particulière, reçoivent plus de commandes qu'ils n'en peuvent satisfaire.

C'est pourquoi la Société SADACS recherche de nouveaux adhérents à qui elle enseignera les arts appliqués et dont elle fera des artisans consommés possédant tous les secrets de décorations, les procédés et les techniques les plus modernes.

Nul besoin d'aptitudes particulières, la Société vous enseignera ses méthodes avec facilité. Le temps de formation est d'ailleurs très court, et dès le début déjà, la Société écoule la production de ses nouveaux adhérents. Que vous habitiez Paris ou un village de la plus lointaine province, la SADACS se chargera de votre formation et de la vente de votre production. Le matériel et l'outillage (en cinq cof-

rets complets) sont fournis GRATUITEMENT aux nouveaux adhérents.

Travailler chez soi, dans l'indépendance et qui plus est, à des choses agréables.

Posséder un véritable métier, sans apprentissage long et coûteux.

Avoir, à portée de la main, un service de vente ami, qui toujours défend les intérêts de ses adhérents et dispose de débouchés importants!

N'EST-CE PAS LE RÊVE DE TOUS ?

C'est ce que vous offrent les ATELIERS D'ART CHEZ SOI aujourd'hui.

Lisez leur brochure gratuite.



Mlle Simone Andrieux, du Havre, était deuxième aide-comptable à 700 francs. Elle en gagne maintenant 1.500 en travaillant chez elle pour les Ateliers d'Art chez Soi.

BON A DÉCOUPER OU A RECOPIER ET A ADRESSER A LA Société SADACS (Bureau 22), 14, rue de la Condamine, PARIS-17^e

Veillez m'envoyer gratuitement, sans engagement de ma part, votre plaquette illustrée : *Les Travaux d'Art Chez Soi*, ainsi que tous les renseignements sur l'offre spéciale de matériel gratuit que vous faites. (Inclus 1 fr 50 en timbres-poste pour l'affranchissement.)

Nom

Adresse



*Perfection
optique
et
MINIMUM
DE POIDS
...*

Voici la jumelle parfaite qui allie la précision à la légèreté et à la robustesse. Elle est française car elle sort des célèbres ateliers

BBT KRAUSS

Fournisseurs depuis 40 années des Ministères français et des Gouvernements étrangers.

JUMELLE LÉGÈRE

"Milli 312"



82, Rue CURIAL, PARIS-19°

Demandez notre luxueux catalogue gratuit

Pub. R.-L. Dupuy



RADIESTHÉSIE

Le **RADIÉS-MAGNÉTOR** (déposé), merveilleux détecteur scientifique, permet de déceler les Trésors enfouis, sources, pétrole, minerais divers, filons d'or, gisements de houille, nappes d'eau, maladies, etc. Notice contre 1 fr. 50 en timbres.
Laboratoire des **FRÈRES BLANC**
Serv. S. Z. r. Bourdaloue, Paris (9°)

CHEMINS DE FER DU NORD

RELATIONS RAPIDES

VERS

L'ANGLETERRE

Service de jour, par Boulogne ou Calais, 1 heure de traversée.

Service de nuit, par Dunkerque.

LA BELGIQUE

Paris-Bruxelles en 3 heures.

LA HOLLANDE

De Paris à Amsterdam. Train de luxe "Etoile du Nord" et 3 services journaliers dans chaque sens.

L'ALLEMAGNE

LES PAYS SCANDINAVES

LES PAYS BALTES

Train de luxe "Nord-Express" et services journaliers dans chaque sens.

Pour tous renseignements s'adresser :

Gare de Paris-Nord (Téléph. : TRUDAINE 70-00)

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

RECONNUE PAR L'ÉTAT, DÉCRET DU 5 FÉVRIER 1921

M. Léon EYROLLES, Ingénieur-Directeur

57 à 61, boul. Saint-Germain
PARIS (V^e)

Ecole d'Application et Polygone
CACHAN (Seine)

L'Ecole Spéciale des Travaux Publics, du Bâtiment et de l'Industrie constitue un groupement de grandes Ecoles techniques, ayant chacune un programme d'études distinct, sanctionné par un diplôme particulier :

Ecole supérieure des Travaux publics : Diplôme d'Ingénieur des Travaux publics ;

Ecole supérieure du Bâtiment : Diplôme d'Ingénieur-Architecte ;

Ecole supérieure de Mécanique et d'Electricité : Diplôme d'Ingénieur Mécanicien-Electricien ;

Ecole supérieure de Topographie : Diplôme d'Ingénieur-Géomètre ;

Ecole supérieure du Froid industriel :
Diplôme d'Ingénieur des Industries du Froid.

(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 est organisé dans ce but à l'Ecole spéciale des Travaux Publics.

Les jeunes gens ne possédant pas les connaissances suffisantes pour être admis directement dans les Ecoles supérieures peuvent commencer leurs études techniques dans l'une des trois années des

COURS TECHNIQUES SECONDAIRES

où ils prépareront en même temps leur admission dans l'Ecole supérieure correspondant à la spécialité qu'ils auront choisie.

En outre, UNE SECTION ADMINISTRATIVE

prépare spécialement aux concours d'admission au grade d'Ingénieur dans les grandes Administrations de l'Etat, des Départements, des Municipalités et de la Ville de Paris (Ingénieur adjoint des Travaux Publics de l'Etat, du Service Vicinal, etc.).

Les concours d'admission ont lieu, chaque année, en deux sessions. Pour l'année scolaire 1936-1937, la première aura lieu du 20 au 29 Juillet, la seconde du 30 Septembre au 9 Octobre.

Le programme des conditions d'admission à l'Ecole est adressé gratuitement sur simple demande faite à l'Ecole Spéciale des Travaux Publics, 57, boulevard Saint-Germain, Paris.

LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

M. Léon EYROLLES, Editeur

61, boulevard Saint-Germain, PARIS (V^e)

La Librairie de l'Enseignement Technique a édité de nombreux ouvrages scientifiques ou techniques de premier ordre, concernant notamment l'Enseignement général, la Résistance des Matériaux, le Béton armé, les Travaux Publics, le Bâtiment, la Topographie, la Mécanique, l'Electricité, la T. S. F., etc.

Elle a publié également la collection du LIVRE DE LA PROFESSION, dans laquelle les apprentis et ouvriers trouveront des manuels élémentaires, qui leur seront d'une grande utilité.

La Librairie de l'Enseignement Technique envoie son Catalogue général, à titre gracieux, à toute personne qui en fait la demande ; elle adresse également des suppléments trimestriels permettant la mise à jour du Catalogue.

"DESSINEZ"

rapidement, exactement, sans savoir dessiner, d'après nature et d'après documents, grâce à

La Chambre Claire Universelle

(2 modèles de précision) : **190** ou **280** francs

ou

Le Dessineur (Chambre Claire simplifiée) : **110** francs



Agrandissements, réductions, copies de photos, plans, paysages, portraits, objets, etc.

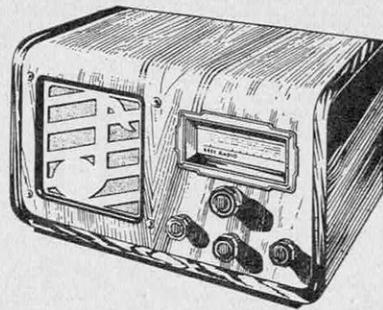
COMPAS

RÈGLES A CALCULS

et tout matériel de Dessin.

Demandez CATALOGUE gratuit n° 12 et RÉFÉRENCES OFFICIELLES

P. BERVILLE, 18, rue La Fayette, PARIS (9^e)



VIENT DE SORTIR : le MEDIUS GÉÉS 545 fr
TOUTES ONDES

PARCE que nous construisons et vendons sans intermédiaire, nous pouvons vendre bon marché. Le Superhétérodyne 5 lampes toutes ondes reproduit ci-dessus est un bel exemple de ce que permet notre méthode de vente directe. Couramment offert par d'autres à 1.000 ou 1.200 francs, il est livré par nous, absolument complet et garanti un an sur facture, à 545 francs seulement. Venez l'écouter à nos magasins ou, si vous habitez la province, demandez notre catalogue.

Vous pouvez acheter un « Géés » avec la même tranquillité d'esprit que l'appareil le plus coûteux, car toutes facilités vous seront données pour l'essayer chez vous avant de l'acquiescer définitivement.

GÉÉS-RADIO, Constructeur, 190 bis, avenue d'Italie (Métro PORTE d'Italie). Téléphone Gobelins 57-33. Magasins ouverts dimanches et fêtes.

HAVAS

HORIZON
LA LUNETTE A CHAQUE VISION COULEUR

PORTEURS DE LUNETTES

exigez les
VERRES SCIENTIFIQUES
de la Société des Lunetiers :
(Les uns ou les autres suivant le cas que détermine votre opticien.)

STIGMAL ou
LEUCO-STIGMAL
à images ponctuelles

DIACHROM
DISCOPAL
ou **DIKENTRAL**
pour voir à la fois loin et près

Ils sont parfaits et font retrouver tout l'agrément d'une bonne vue

La Société des Lunetiers, 6, rue Pastourelle, à Paris, ne vend pas aux particuliers ; mais on trouve ses très nombreux modèles de face-à-main, pince-nez ou lunettes, ainsi que ses verres, dans les bonnes maisons d'optique du monde entier.

Quel plaisir!

de photographier avec le

"VERASCOPE RICHARD"
le meilleur des appareils photographiques stéréoscopiques

Modèle 45x107 et 6x13 à mise au point automatique avec obturateur à maximum de rendement. Magasin à film utilisant les bobines Kodak et autres.

Le "STÉREA" appareil photographique stéréoscopique avec le **GLYPHOSCOPES, HOMÉOS, etc...**

TAXIPHOTE
RICHARD
LES VACANCES NE SONT JAMAIS FINIES
Afin de faciliter le classement et l'examen de vos collections de vues stéréoscopiques, nous avons créé des taxiphotes, stéréoscopes à répétition qui vous permettront de revoir chez vous les jolis paysages que vous aurez pris pendant vos vacances.

E^TJules RICHARD

7, Rue Lafayette (Opéra) Usine et bureaux 25, Rue Mélingue, PARIS

BON "E^T" pour recevoir notre catalogue gratuit.

FACILITÉS DE PAIEMENT

Une Méthode intelligente de vivre

Pour ceux qui veulent rester jeunes, développer leur personnalité, vaincre les effets prématurés de l'âge

Le docteur français Carrel a prouvé qu'une cellule ne meurt pas si elle est maintenue dans des conditions de vie. Il a maintenu en vie, pendant de nombreuses années, des organes de poussin détachés du corps en les alimentant judicieusement et en éliminant soigneusement les déchets.

Votre corps étant composé de cellules, celles-ci peuvent être facilement et naturellement entretenues dans des conditions qui augmentent considérablement la vitalité et la durée de l'existence.

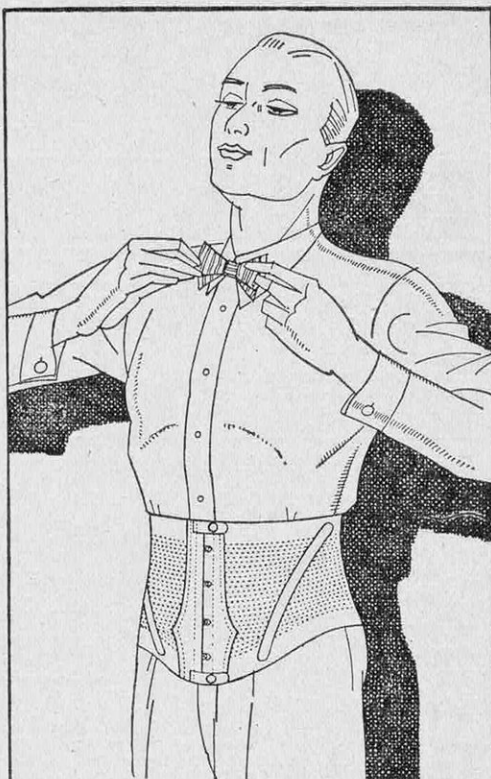
Les plus grands cerveaux de notre temps sont d'accord sur ce point. Le docteur français Jean Frumusan a démontré que nous ne sommes pas vieux parce que nous avons vécu 30, 50 ou 60 ans, mais parce que nos tissus sont vieux, nos artères ont durci, et notre esprit influencé par des siècles d'erreurs fatales abandonne la volonté de vivre.

Le critique médical du *Daily Mail* dit : « Ceux qui adopteront ces préceptes dépasseront la centième année de beaucoup, et la voie à suivre n'est ni dure ni désagréable. »

Le professeur Théiron a rassemblé, trié, complété et simplifié toutes les découvertes faites jusqu'à présent au sujet de la jeunesse, vitalité, longévité. Il en a vécu les conclusions ainsi que ses nombreux élèves, depuis vingt-cinq ans, avec des résultats invraisemblables.

Il s'agit de bien faire les actes suivants : dormir, respirer, manger, éliminer, se mouvoir, penser, aimer. Il faut aussi, et surtout, bien entretenir les glandes endocrines, les véritables fontaines de vie. Et ce, sans médicaments, en appliquant des préceptes simples.

Demandez l'exposé en 32 pages de cette Méthode envoyé gratuitement. — ECOLE THÉIRON (service 25), 334, rue Vanderkindere, Bruxelles (affranchir à 1 fr. 50).



Pour sa Santé !
Pour sa Ligne !

L'HOMME MODERNE
doit porter la
Nouvelle Ceinture

Anatomic

INDISPENSABLE à tous les hommes qui " fatiguent " dont les organes doivent être soutenus et maintenus. **OBLIGATOIRE** aux " sédentaires " qui éviteront " l'empatement abdominal " et une infirmité dangereuse : **l'obésité.**

N°	TISSU ÉLASTIQUE - BUSC CUIR -	Haut devant	COTE forte	COTE souple
101	Non réglable.	20 c/m	69F.	79F.
102	Réglable . . .	20 c/m	89F.	99F.
103	Non réglable	24 c/m	99F.	109F.
104	Réglable . . .	24 c/m	119F.	129F.

Recommandé : 102 et 104 (se serrant à volonté).
Commande : Indiquer votre tour exact d'abdomen.
Echange : par retour si la taille ne convient pas.
Envoi : rapide, discret, par poste, recommandé
Port : France et Colonies : 5 fr. - Étranger : 20 fr.
Paiement : mandat ou rembours (sauf Étranger).
Catalogue : échantill. tissus et feuil. mesur. Fco

BELLARD - V - THILLIEZ
SPÉCIALISTES
22, Faub. Montmartre - PARIS-9°

T. S. F.

RÉALT RAPPELLE SES NOUVEAUX MONTAGES 1936

LE T.O.-5 465 kc
5 lampes toutes ondes,
Bobinages à fer.
Remarquable en ondes courtes.
Grande musicalité.
6 A 7 - 78 - 6 B 7 - 42 - 80

LE T.O.-66 110 kc
6 l. toutes ondes, 19 à 2.000 m.
78 - 6 A 7 - 78 - 6 B 7 42 - 80
Grand cadran verre 10 x 24 $\frac{1}{2}$ mm,
anti-fading.
Contrôle de tonalité et sensibilité
Le T.O.-466 - d° - en 465 kc à fer.

LE T.O.-68 110 kc
8 l. de luxe push-pull, toutes ondes,
musicalité remarquable.
78 - 6 A 7 - 78 - 75 - 76
2 x 42 - 5 Z 3
Contrôle de tonalité et sensibilité
Le T.O.-468 - d° - en 465 kc à fer.

Ces montages sont aussi prévus pour les nouvelles lampes métalliques : 6A8, 6K7, 6Q7, 6F6, 6C5

13 AUTRES MONTAGES : Le R. T. 5 excellent petit 5 lampes de prix réduit.

Le S. 5 H bis 5 lampes, très musical. Le P. S. 9 7 lampes push-pull de grand luxe, etc., etc.

NOS RÉFÉRENCES : Fournisseur de l'Armée — des P. T. T. — de la C. P. D. E.

PLUS de 200.000 postes en service ont été construits avec le matériel RÉALT

Utilisez les **DYNAMIQUES**
BOBINAGES et TRANSFORMATEURS

RÉALT

AMPLIS

3, 8, 15 et 20 WATTS

DEMANDEZ NOTICES DÉTAILLÉES de TOUS LES MONTAGES RÉALT — DOCUMENTATION REMARQUABLE

RÉALT 95, RUE DE FLANDRE, PARIS **RÉALT**
TÉLÉPHONE : NORD 56-56

RÉALT fabrique entièrement ses pièces détachées

6 DOUBLES
avec le stylo
Pointeplum'
MARQUE
STYLOMINE

Pointes
inusables
OSMIRIDIUM



MIEUX QUE
LES POINTES
Écritures
extra-fines,
moyennes,
ou grosses

MODÈLE PP. **17F.**
PROPAGANDE

4 FOIS PLUS **303** PP. **40F.**
D'ENCRE
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°

Vente des Livres et des Appareils
permettant les contrôles.

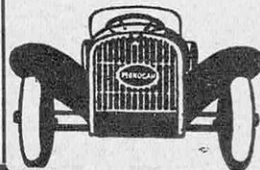
POMPES - RÉSERVOIRS
ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE

MONOCAR

LA VOITURETTE
LA PLUS ÉCONOMIQUE

VENTE A CRÉDIT, depuis **100 fr.** par mois

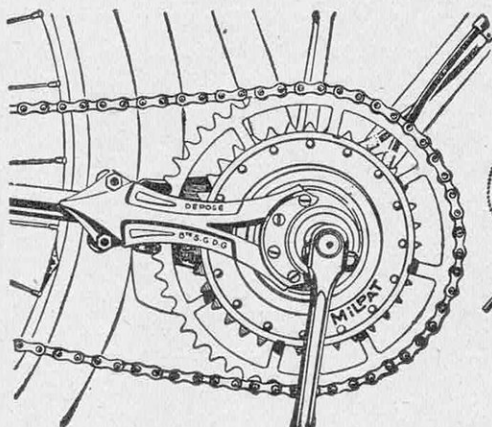
2.995 fr.



GRATUITEMENT
Notice sur demande :
1, r. Béliador, Paris-17e

MILPAT'

Changement de vitesse progressif pour BICYCLETTE 12 vitesses



Le **MILPAT'**, en raison de sa construction **très mécanique** et très soignée, n'est pas un appareil bon marché. L'agrément des sensations qu'il procure au cycliste le compense largement : la **facilité de sa commande** permet de changer de vitesse à volonté, **en plein effort**, sans perdre un coup de pédale ; et quel plaisir de sentir sous le pied la résistance de la pédale se modifier jusqu'au point désiré par le réglage de la manette !

(Voir présent n° de "La Science et la Vie")

Notice sur demande à

A.-G. CLAUDE, MANET & C^{ie}

18, avenue Augustin-Dumont, à Malakoff (Seine)



Clair, net, précis...

Quelle joie de photographier avec un **IKOFLEX 6×6 cm.** Pas d'insuccès possible : l'image définitive est là, sous vos yeux, jusqu'à l'instant précis du déclenchement. L'antique verre dépoli, remplacé par une lentille plan-convexe, communique à l'image une **clarté** incomparable ; l'objectif **ZEISS** reproduit le sujet avec une **netteté** microscopique ; tous les réglages s'effectuent avec une facilité et une **précision** extrêmes.

A partir de **700** francs

IKOFLEX II

EN VENTE DANS TOUS LES MAGASINS PHOTO

Notice 1/77 gratis sur demande adressée à
IKONTA, 18-20, faubourg du Temple, PARIS-XI^e





Choisissez
la montre à
votre goût sur
le superbe Album
n° 36-65, présentant :

**600 MODÈLES
DE MONTRES
DE BESANÇON**

tous les genres pour Dames et
Messieurs qualité incomparable
Adressez-vous directement aux
Ets SARDA
les réputés
fabricants
installés
depuis
1893.

SARDA
BESANÇON
FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRECISION

Envoi
gratuit

Éditeurs: FÉLIX ALCAN, Paris - NICOLA ZANICHELLI, Bologne - AKADEMISCHE VERLAGSGESSELLSCHAFT, Leipzig - DAVID NUTT, Londres - G. H. STECHERT & Co., New York - RUIZ HERMANOS, Madrid - F. MACHADO & Cie, Porto - THE MARUZEN COMPANY, Tokyo.

"SCIENTIA"

Revue internationale de synthèse scientifique
Paraissant mensuellement (en fascicules de 100 à 120 pages chacun)
Directeurs : F. BOTTAZZI, G. BRUNI, E. ENRIQUES
Secrétaire général : PAOLO BONETTI

EST L'UNIQUE REVUE à collaboration vraiment internationale; à diffusion vraiment mondiale; de synthèse et d'unification du savoir, traitant les questions fondamentales de toutes les sciences: mathématiques, astronomie, géologie, physique, chimie, biologie, psychologie, ethnologie, linguistique; d'histoire des sciences, et de philosophie de la science; qui, par des enquêtes conduites auprès des savants et écrivains les plus éminents de tous les pays (*Sur les principes philosophiques des diverses sciences; Sur les questions astronomiques et physiques les plus fondamentales à l'ordre du jour; Sur la contribution que les divers pays ont apportée au développement des diverses branches du savoir; Sur les questions de biologie les plus importantes, etc., etc.*), étudie tous les plus grands problèmes qui agitent les milieux studieux et intellectuels du monde entier, et constitue en même temps le premier exemple d'organisation internationale du mouvement philosophique et scientifique; qui puisse se vanter de compter parmi ses collaborateurs les savants les plus illustres du monde entier.

Les articles sont publiés dans la langue de leurs auteurs, et à chaque fascicule est joint un supplément contenant la traduction française de tous les articles non français. La revue est ainsi entièrement accessible même à qui ne connaît que le français. (*Demandez un fascicule d'essai gratuit au Secrétaire général de « Scientia », Milan, en envoyant trois francs en timbres-poste de votre pays, à pur titre de remboursement des frais de poste et d'envoi.*)

ABONNEMENT : Fr. 200. »

Il est accordé de fortes réductions à ceux qui s'abonnent pour plus d'une année.

BUREAUX DE LA REVUE : Via A. De Togni 12 - Milano (116)

ÉCOLE DES MÉCANICIENS DE LA MARINE et de l'AIR

19, rue Viète - PARIS

MÊME ÉCOLE

VILLEFRANCHE - sur - MER
(Alpes-Maritimes)

Palais de la Marine Nationale

MARINE DE GUERRE :

Ecole des Elèves-Ingénieurs des Ecoles de Sous-Officiers et de l'Ecole des Apprentis-Mécaniciens, Ingénieurs-mécaniciens de deuxième classe d'active et de réserve, Brevels simple et supérieur de Mécaniciens.

MARINE MARCHANDE :

Officiers Mécaniciens de première, deuxième et troisième classes. Diplôme d'Aspirant Mécanicien-Electricien.

AIR :

Agents techniques, Elèves-Ingénieurs, Dessinateurs, Sous-Ingénieurs et Ingénieurs Dessinateurs. Ecole des Apprentis-Mécaniciens de Rochefort et Ecole des Elèves - Officiers Mécaniciens.

PROGRAMMES GRATUITS

COURS SUR PLACE
COURS PAR CORRESPONDANCE

LECTEURS de

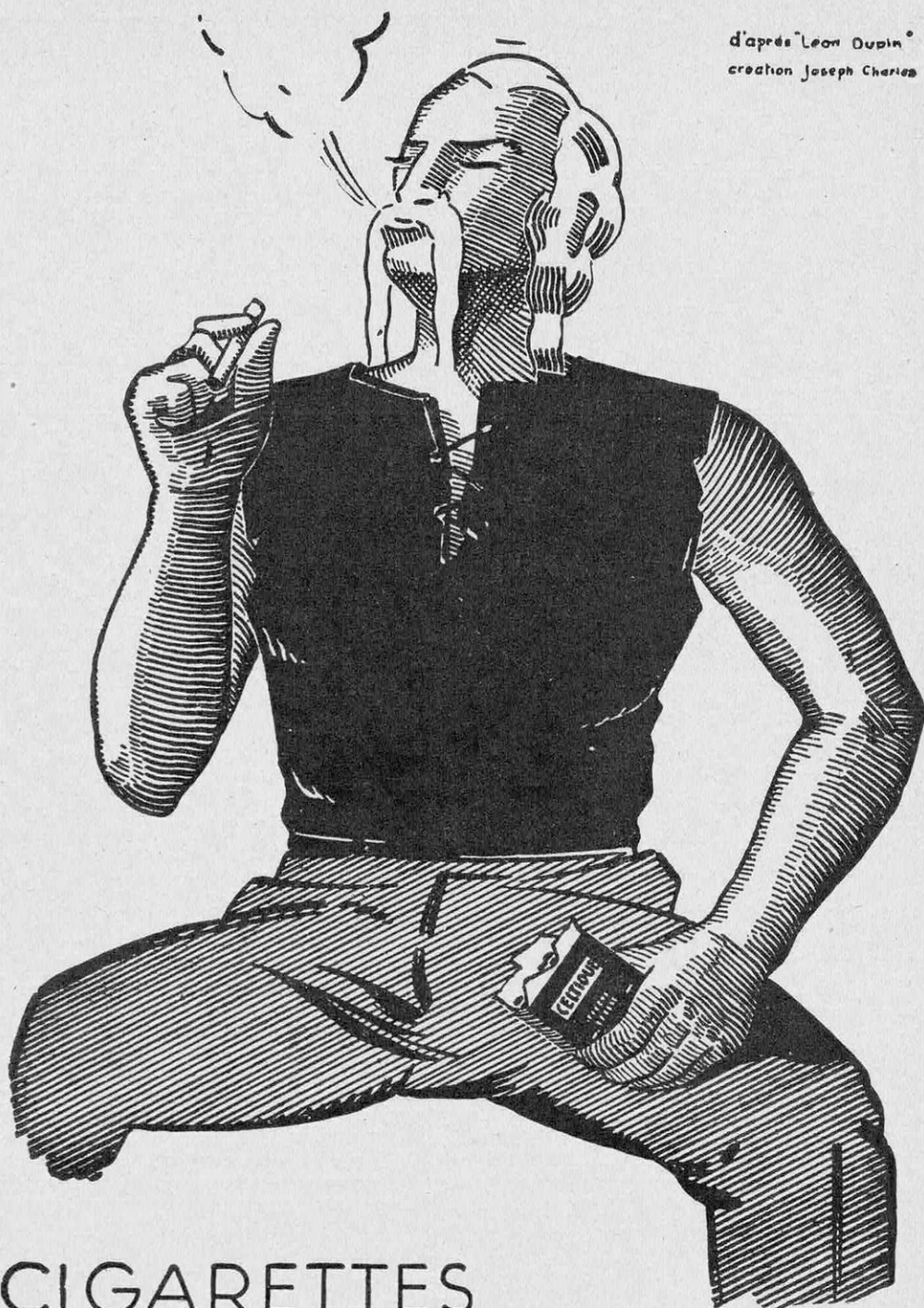
LA SCIENCE ET LA VIE

Lorsque vous avez besoin de quelque chose, adressez-vous en confiance à nos annonceurs. Les annonces qui figurent dans notre revue émanent de Sociétés sérieuses qui offrent toutes garanties. Lorsque vous désirez entrer en relations avec l'une de ces Sociétés, recommandez-vous toujours de LA SCIENCE ET LA VIE, vous en tirez un bénéfice certain d'une façon ou de l'autre.

Dans le cas où aucune publicité ne répondrait à l'article que vous recherchez, écrivez-nous directement, en joignant un timbre de 0.50 pour la réponse, et nous vous renseignerons en toute impartialité.

LE SERVICE COMMERCIAL.

d'après "Leon Dupin"
creation Joseph Charles



CIGARETTES

CELTIQUE

CAISSE AUTONOME
D'AMORTISSEMENT.

GROS MODULE

LES ÉTABLISSEMENTS GAILLARD

sont heureux de se mettre à la disposition des
lecteurs de " La Science et la Vie "
pour leur montrer les avantages de leur gamme d'

APPAREILS TOUTES ONDES, DE 5 A 11 LAMPES

de technique ultra-moderne, en avance d'un
an sur tout ce qui se fait actuellement.

Documentation gratuite, sur simple demande adressée :
5, rue Charles-Lecocq, PARIS (15^e) — Tél. : Lecourbe 87-25

AUX INVENTEURS

" La Science et la Vie "

CRÉE

UN SERVICE SPÉCIAL DES NOUVELLES INVENTIONS

Dépôt des Brevets, Marques de Fabrique, Poursuite des Contrefacteurs

La Science et la Vie, qui compte parmi ses fidèles lecteurs de très nombreux inventeurs, vient de créer à leur usage un *Service Spécial* pour la protection et la défense de leurs inventions. Ce service, qui fonctionnera dans les meilleures conditions possibles, leur fournira gratuitement tous renseignements sur la manière dont ils doivent procéder pour s'assurer la propriété de leur invention et en tirer profit par la cession de leurs brevets ou la concession de licences.

Le *Service Spécial* de *La Science et la Vie* sera à la disposition de nos lecteurs pour

- 1° Etudier et déposer leurs demandes de brevets en France et à l'étranger;
- 2° Déposer leurs marques de fabrique et leurs modèles;
- 3° Rédiger les actes de cession de leurs brevets ou les contrats de licences;
- 4° Les conseiller pour la poursuite des contrefacteurs.

Faire une invention et la protéger par un brevet valable est, à l'heure actuelle, un moyen certain d'améliorer sa situation et, quelquefois, d'en trouver une. Tous ceux qui ont une idée se doivent d'essayer d'en tirer parti. Le moment est actuellement favorable, car tous les industriels cherchent à exploiter une invention pratique et nouvelle, un article plus ou moins sensationnel qu'ils seront seuls à vendre. Ce monopole exclusif ne peut exister que grâce au brevet d'invention.

La nécessité et l'observation sont les sources de l'invention, et il est possible de perfectionner, par conséquent d'inventer, dans tous les domaines. Chaque praticien, dans sa branche, qu'il soit ingénieur, ouvrier ou employé, peut trouver quelque chose d'intéressant et d'utile, et tenter d'en tirer profit, tout en rendant aussi service à ses semblables.

Si donc vous avez imaginé un perfectionnement utile, trouvé un nouvel appareil, un produit original ou un procédé de fabrication, n'hésitez pas à vous en assurer immédiatement la propriété par un dépôt de brevet. Tout retard peut être préjudiciable à vos intérêts.

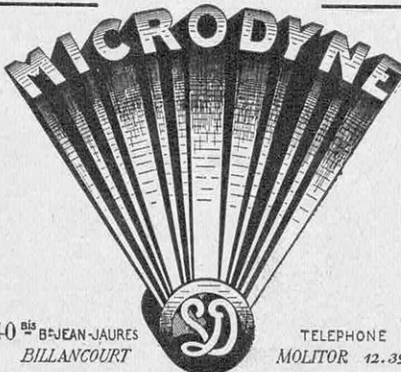
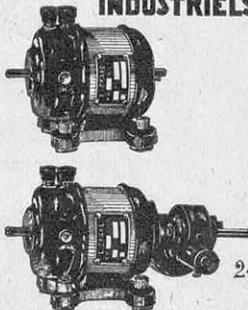
Parmi les inventions particulièrement recherchées actuellement, signalons les appareils ménagers, outils et machines agricoles, moteurs et modèles d'avions; les jeux à préparation, les appareils automatiques épargnant la main-d'œuvre, les articles de sport et d'hygiène, les jouets, accessoires d'automobiles. Les inventions relatives à la T. S. F. sont aussi très appréciées, ainsi que tout ce qui touche au luminaire et à la cinématographie.

Une invention, si simple soit-elle (épingle de sûreté, ferret du lacet, diabolos), peut faire la fortune de son inventeur, à condition que celui-ci soit bien garanti et ne commette pas d'imprudences dès le début de son affaire.

C'est dans ce but qu'a été créé le *Service Spécial* des Nouvelles Inventions de *La Science et la Vie*.

Pour tous renseignements complémentaires, voir ou écrire : *Service Spécial* des Nouvelles Inventions de " La Science et la Vie ", 23, rue La Boétie, Paris (8^e).

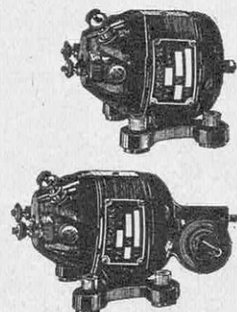
PETITS MOTEURS INDUSTRIELS



240⁰⁰ RUE JEAN-JAURES
BILLANCOURT

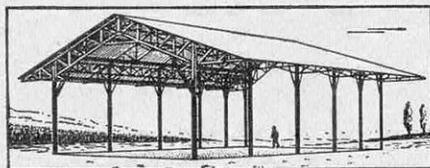
TELEPHONE
MOLITOR 12.39

L. DRAKE CONSTRUCTEUR

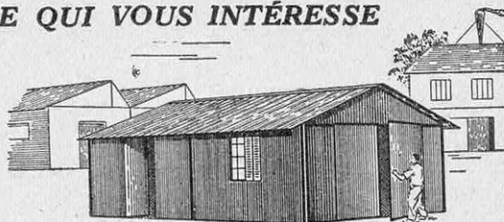


Quelques-unes de nos Constructions métalliques

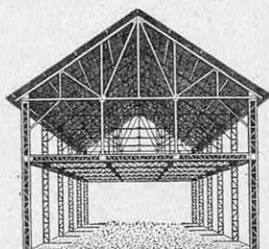
DEMANDEZ LA NOTICE QUI VOUS INTÉRESSE



HANGAR AGRICOLE SIMPLE
5 à 22 mètres de portée. (Notice 144)



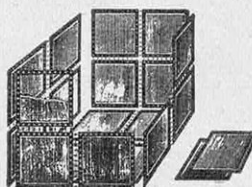
GARAGES MÉTALLIQUES pour voitures et avions de tourisme. (Notice 192)



GRAND HANGAR de 28 m. x 9 m., à grenier calculé pour 500 kilos au mètre carré. La charpente coûtait 29.000 francs.



Utilisez vos murs en y adossant des APPENTIS EN ACIER (Notice 123)

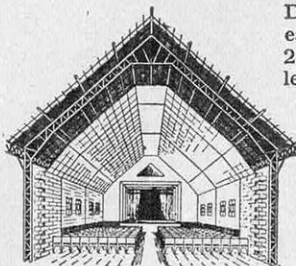


RÉSERVOIRS MÉTALLIQUES DÉMONTABLES pour eau et gaz oil 1.000 à 27.000 l. Plus de 460 modèles différents. (Notice 137)



MOULINS A VENT et toutes INSTALLATIONS HYDRAULIQUES. (Not. 193)

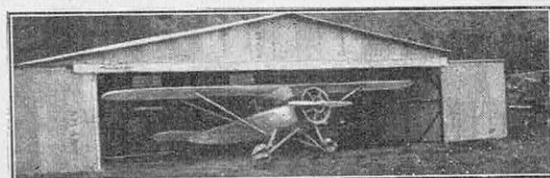
Nous invitons nos lecteurs à nous écrire pour la notice qui les intéresse.
Rendez-vous : En atelier, depuis le lundi à 14 heures jusqu'au samedi à midi. — En voyage, depuis le samedi à 14 heures jusqu'au lundi à midi.



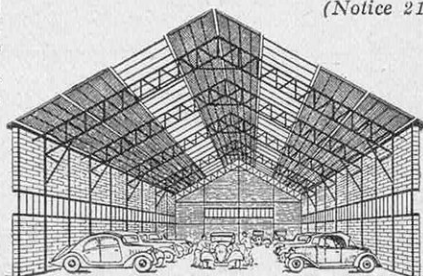
SALLE DE PATRONAGE ET CINÉMA. — Pente de 75 % au mètre, avec plafond voûté également. (Not. 208).



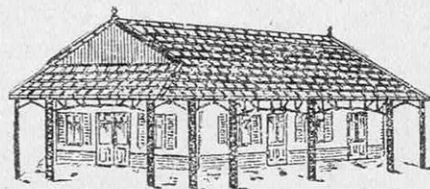
ÉGLISES et TEMPLES COLONIAUX avec toiture à pente de 80 cent. au mètre. (Notice 214).



HANGARS A AVION, 12 m. de portée sur 8 m. de profondeur, avec 4 portes coulissantes : 9.688 francs.



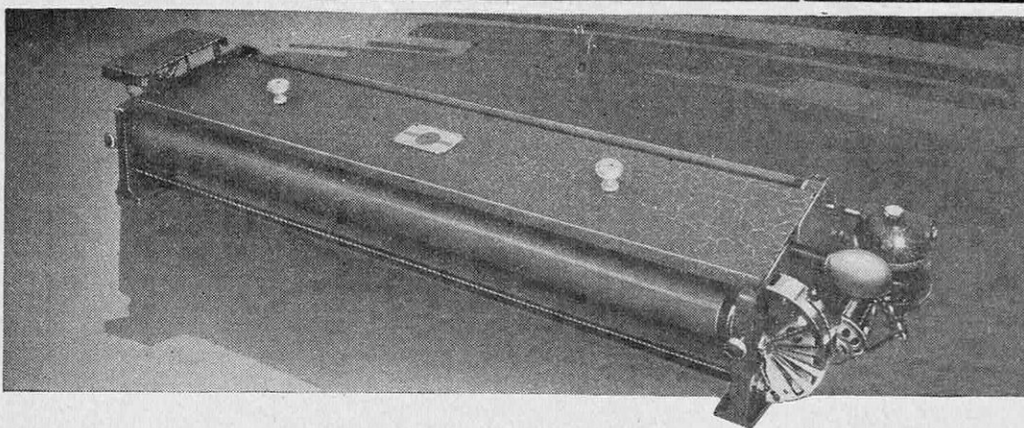
GARAGES ET ATELIERS Occupez-vous aujourd'hui même de votre agrandissement ou nouvelle construction pour la prochaine saison. (Notice 212)



PAVILLONS COLONIAUX de toutes dimensions. Entièrement démont., toutes grandeurs voulues, avec vérandas de 2 m. jusqu'à 4 m.

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs

6 bis, rue de Couronne, PETIT-QUEVILLY-LEZ-ROUEN (Seine-Inf.) — Tél. : 960.35 Petit-QUEVILLY



Une nouvelle machine à tirer les bleus

L'ÉLECTROGRAPHE BOY a été étudié, sous l'angle de la situation économique actuelle, pour satisfaire aux besoins d'une Clientèle soucieuse de réduire au minimum ses Frais d'achat et ses Frais généraux, mais trop avertie pour fixer son choix sur une Machine ne présentant pas des Garanties de longue durée et d'amortissement rapide.

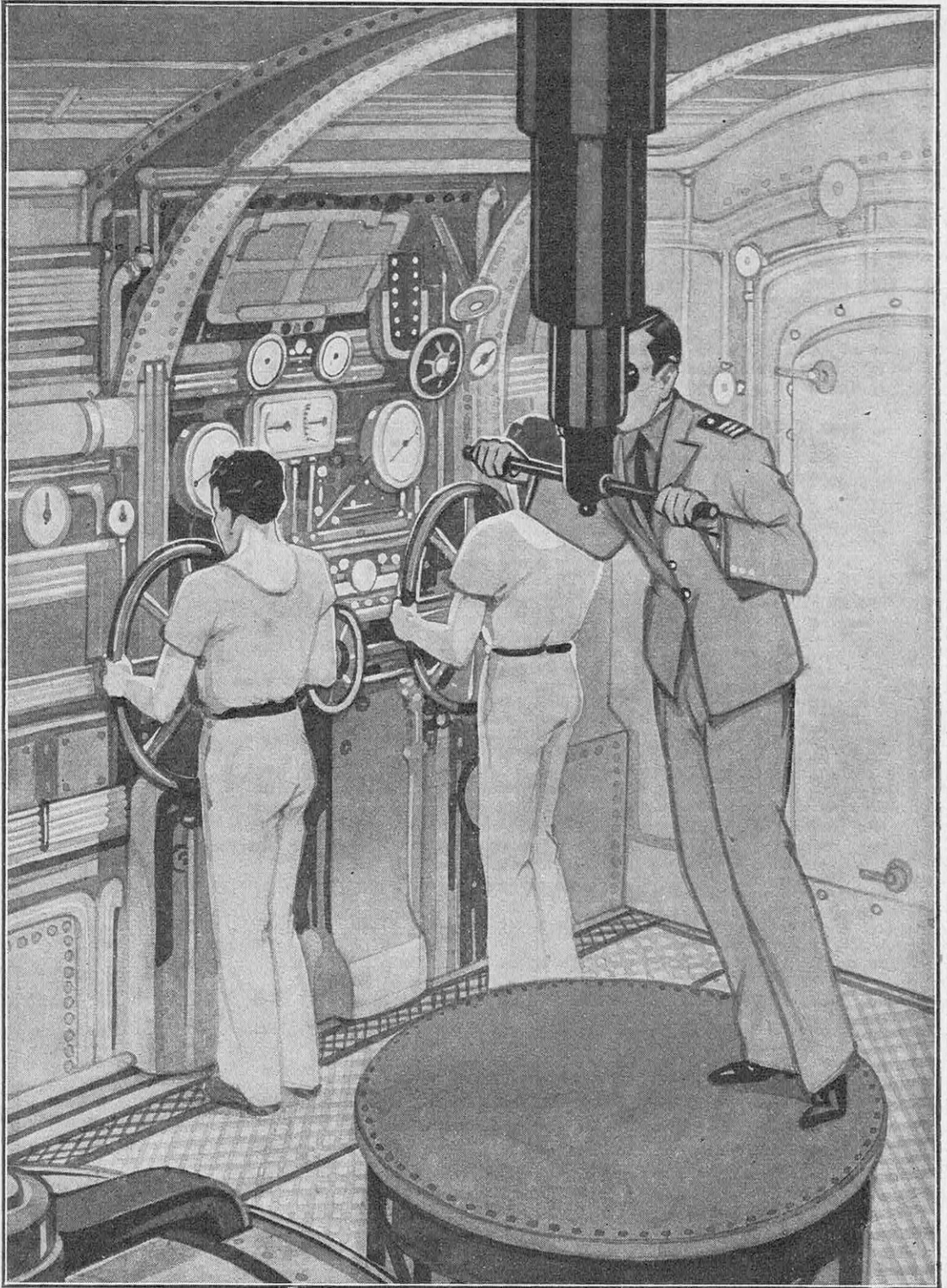
*Robuste Rapide
Economique*

Demandez Catalogues et Renseignements à

LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12.AV.DU MAINE.PARIS.XV^e T. Littré 90-13

<p>Le sous-marin dans la guerre de demain.. <i>Sur mer, le problème de la sauvegarde de la métropole se double de celui de la défense des lignes de communication. Si quelques-uns ont dénié au sous-marin toute valeur militaire, il est cependant certain que sa présence suffit à compliquer la tâche de la flotte ennemie, obligée de se protéger et de protéger les navires de commerce. A cet égard, les nouveaux sous-marins allemands de faible tonnage constituent une menace sérieuse. Dans la « guerre totale » du général Ludendorff, les conventions internationales ne seront pas respectées et le sous-marin aura son mot à dire.</i></p>	<p>H. Pelle des Forges.. 349 Capitaine de frégate (R.). et H. Klotz Ancien officier de la marine militaire allemande.</p>
<p>Comment se conservent, se propagent et évoluent les maladies infectieuses.. <i>Dans son œuvre magistrale, le grand biologiste français Charles Nicolle, prix Nobel de Médecine, a développé des conceptions vraiment originales concernant l'évolution des microbes qui explique la régression de certaines maladies infectieuses, mais peut faire craindre, par contre, l'apparition de nouvelles.</i></p>	<p>Jean Labadié 356</p>
<p>Comment la pédologie contribue-t-elle à la connaissance des sols ? <i>Le sol qui supporte et alimente toute végétation résulte du conflit de deux mondes : le monde minéral et le monde végétal. La pédologie, science nouvelle, étudie et classe les diverses natures de sols ; elle peut ainsi servir de base aux applications agricoles.</i></p>	<p>L. Houlléviqne.. 363 Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.</p>
<p>L'Ergologie, science du travail productif.. <i>Le célèbre Américain Taylor a étudié la productivité matérielle du travail de l'ouvrier : la psychotechnique et la rationalisation font, en outre, appel à la collaboration étroite de la physiologie, de la psychologie et de la sociologie. Débordant ce cadre, l'Ergologie envisage, en outre, l'ensemble du développement rationnel, physique et moral des travailleurs de toutes catégories.</i></p>	<p>Charles Brachet.. 367</p>
<p>Comment lutter contre les vibrations à bord des navires.. <i>Pendant les premiers voyages du paquebot Normandie, de malencontreuses vibrations se sont révélées, qui ont nécessité son désarmement. La lutte contre les vibrations constitue l'un des problèmes les plus délicats pour les ingénieurs des constructions navales. Les données, en effet, n'en sont pas encore connues avec certitude. Le remplacement des hélices et le renforcement de l'arrière du paquebot apporteront-ils une solution acceptable? Les prochaines traversées — Normandie reprend son service le 6 mai — seront pour nous pleines d'enseignements.</i></p>	<p>Jean Hiersac.. 377</p>
<p>Le vent, comme la houille blanche, producteur d'énergie <i>Des stations éoliennes de 100 et de 1 000 kW, munies de roues de 30 et 50 m de diamètre, viennent d'être édifiées en U. R. S. S. pour fournir une énergie d'appoint au réseau électrique.</i></p>	<p>G. Grinault.. 387</p>
<p>Qui, de l'Orient ou de l'Occident, gagnera la bataille du coton ?.. <i>Depuis deux ans, la position prépondérante des Etats-Unis (qui fournissaient à eux seuls plus de coton que tous les autres pays) s'affaiblit sans cesse, au profit de l'Egypte, des Indes, de la Russie, du Brésil, de la République Argentine. D'autre part, les manufactures de la Grande-Bretagne exportent beaucoup moins, par suite de la concurrence croissante du Japon et de la production indigène des Indes anglaises. Le problème du coton est un de ceux qui préoccupent le plus économistes, industriels.</i></p>	<p>Géo Brunery.. 391</p>
<p>Notre poste d'écoute..</p>	<p>S. et V. 397</p>
<p>Le progrès mécanique en automobile : le montage « Pausodyne » .. <i>Voici un ingénieux montage, très élastique et très simple, qui s'oppose aux transmissions des vibrations du bloc-moteur au châssis et permet, par suite, d'accroître le confort en automobile.</i></p>	<p>P. Lemaire et P. d'Aubarède 405</p>
<p>Un nouveau caoutchouc synthétique en Allemagne..</p>	<p>Paul Lucas.. 414</p>
<p>A travers notre courrier..</p>	<p>S. et V. 416</p>
<p>Conseils aux sans-filistes..</p>	<p>Géo Mousseron 419</p>
<p>Une curiosité mécanique : le « Milpat », changement de vitesse progressif pour bicyclettes..</p>	<p>S. et V. 423</p>
<p>Les alliages légers en automobile..</p>	<p>S. et V. 425</p>
<p>Le papier d'aluminium pour l'emballage des beurres et des fromages..</p>	<p>S. et V. 427</p>
<p>Les « A côté » de la science..</p>	<p>V. Rubor.. 428</p>
<p>Chez les éditeurs..</p>	<p>S. et V. 431</p>

Poursuivant son plan d'électrification générale, l'U. R. S. S. cherche à tirer parti de tous ses ressources énergétiques. Parmi celles-ci, le vent n'est pas négligeable. Des stations viennent d'être établies dans ce but et doivent apporter aux centrales hydroélectriques un appoint appréciable. La couverture de ce numéro représente une station de 1 000 kW, équipée avec une roue à trois pales de 50 m de diamètre (voir l'article, p. 387).



VOICI UNE VUE PARTIELLE DU POSTE CENTRAL D'UN SOUS-MARIN

On aperçoit le commandant à son périscope et deux quartiers-mâtres aux barres de plongée, avant et arrière. Devant eux, se trouvent les indicateurs de profondeur et d'inclinaison et les nombreux appareils de signalisation renseignant sur tout ce qui se passe à bord. Au premier plan, à gauche, on aperçoit le compas-mère ou compas gyroscopique.

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

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

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

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

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

Copyright by La Science et la Vie, Mai 1936, R. C. Seine 1161544

Tome XLIX

Mai 1936

Numéro 227

LE SOUS-MARIN DANS LA GUERRE DE DEMAIN

Par H. PELLE DES FORGES

CAPITAINE DE FRÉGATE (R.)

et H. KLOTZ

ANCIEN OFFICIER DE LA MARINE MILITAIRE ALLEMANDE

Sur mer comme sur terre, la nature de l'armement et ses caractéristiques sont directement conditionnées par les intentions stratégiques des états-majors, qui dérivent elles-mêmes de la politique générale, de la situation géographique et des nécessités du ravitaillement des différents pays. Ainsi, en Europe, la ligne fortifiée derrière laquelle s'abrite le territoire français montre le désir de s'opposer, par la seule défensive, à une agression venant de l'Est. La politique de mécanisation à outrance des armées allemandes, utilisant des engins légers et rapides, trahit, au contraire, la recherche de l'effet de surprise dans une attaque qui veut être foudroyante. Il en est de même sur mer, où le problème de la sauvegarde de la métropole se double de la défense indispensable des lignes de communication avec d'autres pays ou avec des colonies, dont dépend, pour une grande part, l'approvisionnement en matières premières des nations européennes. On s'est demandé à ce propos quel rôle pourrait jouer, dans un prochain conflit, l'arme parfois si discutée que constitue le sous-marin. N'a-t-on pas été jusqu'à lui refuser, étant donné sa faible vitesse, son peu de maniabilité et aussi son « aveuglement », toute valeur militaire? Il est certain, et l'expérience de la dernière guerre l'a démontré, qu'il est toujours peu efficace en face de bâtiments rapides comme le sont tous les navires de construction récente, même des cuirassés qui font aujourd'hui plus de 30 nœuds! Il ne faut cependant pas perdre de vue que, par le seul fait qu'ils existent, les sous-marins obligent les flottes de haut bord à prévoir leurs attaques, c'est-à-dire à perdre un pourcentage sérieux de leur valeur militaire. Mais c'est surtout contre les navires de commerce qu'ils agiront le plus efficacement, en coupant les lignes commerciales de l'ennemi et en diminuant ainsi, par le fait même, son potentiel de guerre. En conséquence, les sous-marins allemands de 250 tonnes pourront, malgré leurs dimensions réduites, semer le désordre sur nos routes maritimes, non seulement dans la Manche et la mer du Nord, mais encore dans l'Atlantique, que leur rayon d'action leur permet de sillonner au voisinage de nos côtes. C'est une nouvelle et sérieuse menace qu'il convient de ne pas négliger, car la guerre « totale », telle que la conçoit — pour demain — le général Ludendorff, passera outre aux conventions internationales. La guerre sous-marine frappera alors les navires sans distinction de pavillon.

Les gros sous-marins et les petits sous-marins

Si l'on passe en revue les caractéristiques des sous-marins actuellement existants, on s'aperçoit qu'on peut les répartir en deux catégories générales : les petits sous-marins et les gros sous-marins.

Afin d'éliminer de suite une erreur fondamentale et trop répandue, même dans certains milieux militaires, nous précisons qu'en employant le terme « petit sous-marin », nous n'avons pas en vue des sous-marins dits « de côte » — construction, d'ailleurs, réprouvée dès la Grande Guerre, ou même avant, puisqu'elle n'a pas la moindre valeur

	France	Angleterre	Italie	Allemagne	Etats-Unis	Japon
Nombre	83	46	66	28	59	60
Tonnage en service.....	70 273	45 627	40 253	3 000	48 260	66 502
Tonnage en construction ou autorisé.....	9 567	9 760	12 214	6 500	18 470	11 600
Tonnage total.....	79 840	55 387	52 467	9 500	66 730	78 102
Tonnage par sous-marin.....	962	1 204	795	339	1 131	1 302

VOICI LA SITUATION DES FLOTTES SOUS-MARINES MONDIALES AU 1^{er} JANVIER 1936

militaire (ou politique) ; un « petit » sous-marin — même un sous-marin allemand de 250 tonnes — est un navire de tonnage peu élevé, mais capable, cependant, d'opérer en haute mer.

Le premier avantage du gros sous-marin provient de sa construction plus solide ; il a de meilleures qualités nautiques ; il peut opérer par des conditions de temps qui forcent le petit sous-marin à l'inaction ou à la recherche de la tranquillité dans la profondeur de plongée. Il en résulte que le gros sous-marin continue plus longtemps sa mission ; il offre plus de confort à l'équipage et une plus grande stabilité de plate-forme, et partant, les résultats de son tir d'artillerie et de ses lancements de torpilles sont meilleurs (1).

En second lieu, un ton-

(1) Pour diminuer l'effet de ce manque de stabilité de plate-forme du petit sous-marin, les ingénieurs qui ont construit les sous-marins allemands de 250, de 500 et même de 750 tonnes ont

nage plus élevé permet soit un accroissement de la puissance offensive du sous-marin, soit celui de son rayon d'action et de sa vitesse, soit une protection cuirassée de certaines parties importantes, soit une augmentation proportionnée et harmonieuse de tous ces avantages.

Mais le gros sous-marin n'a pas que des avantages ; il a aussi des inconvénients.

Le gros sous-marin coûte très cher, et de première mise de fonds, et d'exploitation. Sa construction en secret est plus difficile à dissimuler. Au cours des opérations, il est visible de plus loin ; il offre à l'artillerie et aux torpilles un but plus grand et plus important. Enfin, et surtout, il est gêné pour plonger près des côtes et dans certaines mers dont la profondeur est faible (Manche

adopté un dispositif automatique qui ne permet au coup de partir que lorsque, le pointeur ayant fait feu dans un coup de roulis, le sous-marin passe par la position horizontale.

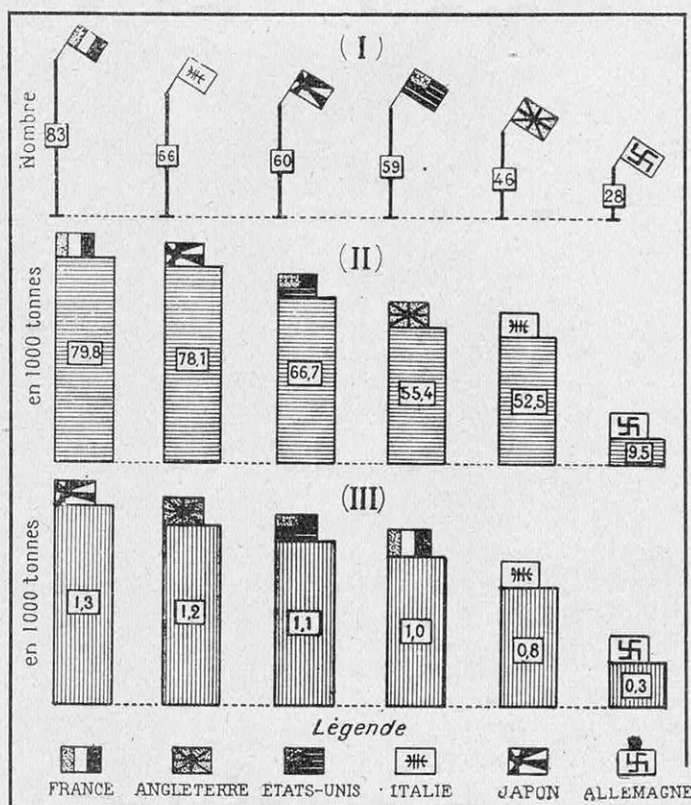


FIG. 1. — CE TABLEAU MONTRE COMMENT SE RÉPARTISSAIENT, AU 1^{er} JANVIER 1936, LES TONNAGES DES FLOTTES SOUS-MARINES DES PRINCIPALES PUISSANCES NAVALES. La première ligne donne le nombre absolu des unités ; la deuxième, leur tonnage total en milliers de tonnes ; et la troisième, le tonnage moyen d'un sous-marin, également en milliers de tonnes.

et la plus grande partie de la Mer du Nord, par exemple); il est relativement peu maniable.

Le petit sous-marin est de prix peu élevé ; son entretien n'est pas dispendieux ; il peut être construit rapidement et en secret ; il plonge plus facilement dans les eaux dont nous venons de parler ; il franchit plus aisément les barrages sous-marins ; il est moins visible de l'adversaire ; il peut lui échapper plus rapidement par une plongée rapide ; enfin, sa perte ne se chiffre que par un nombre restreint de vies humaines ; au point de vue matériel, elle reste faible.

Mais le petit sous-marin n'a qu'une faible

Le petit sous-marin allemand, dont il est prévu 20 exemplaires (première tranche 1935-1936, d'après l'accord naval anglo-allemand du 18 juin 1935 ; la deuxième tranche, 1936-1937, en contiendra une douzaine), — à l'heure actuelle, 12 sont en service, dont la fameuse escadrille *Weddigen*, et 8 en construction, — a un déplacement en surface de 250 tonnes, de 350 en plongée, une vitesse en surface de 15 nœuds, en plongée de 8 nœuds, un rayon d'action de 3 000 milles (5 600 km) ; il porte 3 tubes lance-torpilles et a un approvisionnement total de 9 torpilles. Les trois tubes sont fixes, mais toutes les torpilles sont munies d'un

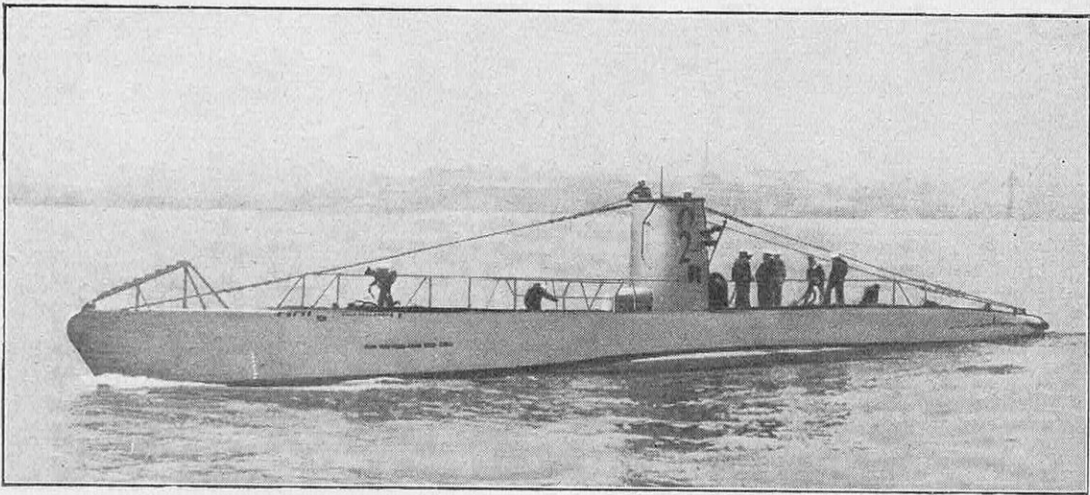


FIG. 2. — VOICI LE NOUVEAU SOUS-MARIN ALLEMAND DE PETIT TONNAGE (250 TONNES)
La vitesse de ces bâtiments atteint 15 nœuds en surface et 8 nœuds en plongée. Leur rayon d'action est de 5 600 km. Ils portent 3 tubes lance-torpilles et un approvisionnement de 9 torpilles

puissance offensive ; son rayon d'action est réduit.

Or, si l'on ne veut pas rendre illusoire l'usage du sous-marin, il doit posséder une vitesse en plongée de 6 nœuds au minimum ; quant à son rayon d'action, il n'y a pas intérêt à le porter au delà de la valeur nécessaire au cas concret de son emploi prévu, le combustible en surplus n'étant qu'un poids mort.

Les nouveaux sous-marins allemands de 250 tonnes

Pour bien faire saisir la différence entre le petit et le gros sous-marin, nous allons en décrire un de chaque type.

Comme petit sous-marin, nous choisissons le sous-marin allemand de 250 tonnes, qui a été une révélation pour beaucoup de personnes, de marins même, comme le fut le premier cuirassé de poche *Deutschland*.

dispositif gyroscopique, qui oblige chacune d'elles, au sortir du tube, à tourner d'un angle compris entre 0° et 135°, et ordonné par le commandant suivant la position du navire ennemi par rapport à l'axe du sous-marin et le rapport des vitesses du but et de la torpille (ce système évite l'obligation, pour le commandant du sous-marin, de prendre une position gênante pour sa manœuvre après lancement).

Voici maintenant les caractéristiques d'un gros sous-marin britannique, l'*Oxley* (1926) :

Déplacement en surface :	1 354 tonnes
— en plongée :	1 872 —
Vitesse en surface :	15,5 nœuds
— en plongée :	9 —
Puissance en surface :	3 000 ch (Diesel)
— en plongée :	1 360 ch (électrique)
Combustible :	200 tonnes
Armement :	1 canon de 102 mm, 2 mitrailleuses et 8 tubes lance-torpilles,

Au premier type (petits sous-marins) se rattachent tous les sous-marins de moins de 800 tonnes ; au second (gros sous-marins) tous ceux de plus de 1 300 tonnes.

L'emploi stratégique du sous-marin conditionne son tonnage

Du point de vue des opérations, ils se distinguent avant tout par leur rayon d'action ; on peut dire que le petit sous-marin est celui qui ne peut manœuvrer que dans les mers intérieures, mer du Nord, Manche et même golfe de Gascogne et

Manche, l'Atlantique au nord de l'Espagne.

Les petits sous-marins français doivent avoir un tonnage plus élevé s'ils veulent pouvoir manœuvrer en Méditerranée, où les distances sont plus grandes.

Nous pouvons donc, dès maintenant, conclure de ce qui précède que chaque type de sous-marin est fait pour un emploi stratégique différent ; et c'est pourquoi la France, qui a, à la fois, à défendre ses côtes métropolitaines et son empire colonial, doit posséder et possède des sous-marins des deux types.

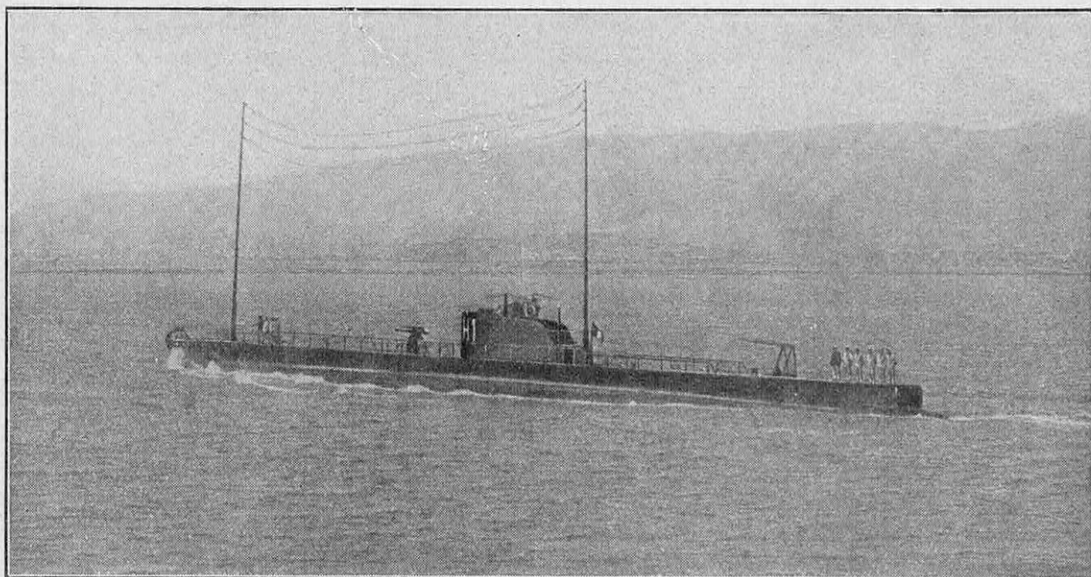


FIG. 3. — LE SOUS-MARIN FRANÇAIS « NAUTILUS »

Cette unité possède un déplacement, en surface, de 669 tonnes et, en plongée, de 925 tonnes. Sa vitesse atteint 12 nœuds en surface et 9 nœuds en plongée. Son armement comprend 1 canon de 75 mm, 5 tubes lance-torpilles de 550 mm et 32 mines. Le Nautilus a été mis en service en 1931.

Méditerranée. Le gros sous-marin est celui qui peut traverser un océan, et c'est pour cela que les Américains, dont la politique est surtout préoccupée du Pacifique, portent leurs efforts sur des sous-marins capables de longues randonnées.

Dans le cas hypothétique d'une guerre anglo-allemande, la base de Wilhelmshaven n'étant qu'à 650 milles (1 200 kilomètres) de Plymouth, un petit sous-marin de la flottille *Weddigen* a donc un rayon d'action suffisant pour aller à Plymouth et en revenir, soit 1 300 milles (2 400 kilomètres) et pour faire 1 750 milles (3 200 kilomètres) de chasse. Il convient donc très bien à ce cas concret ; il conviendrait aussi fort bien au cas d'une guerre franco-allemande, limitée aux opérations dans la mer du Nord, la

Quel doit être l'objectif principal du sous-marin : le navire de guerre ou le navire de commerce ?

Examinons d'abord le théâtre européen d'opérations, sur lequel sont concentrées les flottes principales des nations maritimes de notre continent.

La dernière guerre a enseigné que l'une des meilleures armes de défense d'un navire de ligne contre un sous-marin était sa vitesse. Et, en effet, si le sous-marin à l'affût aperçoit tout d'un coup un navire ennemi de haut bord, il ne peut compter avoir le temps de se porter en position de lancement que si le navire ennemi marche lentement, ou si ce navire fait route vers le sous-marin. C'est ce qui a poussé les architectes navals

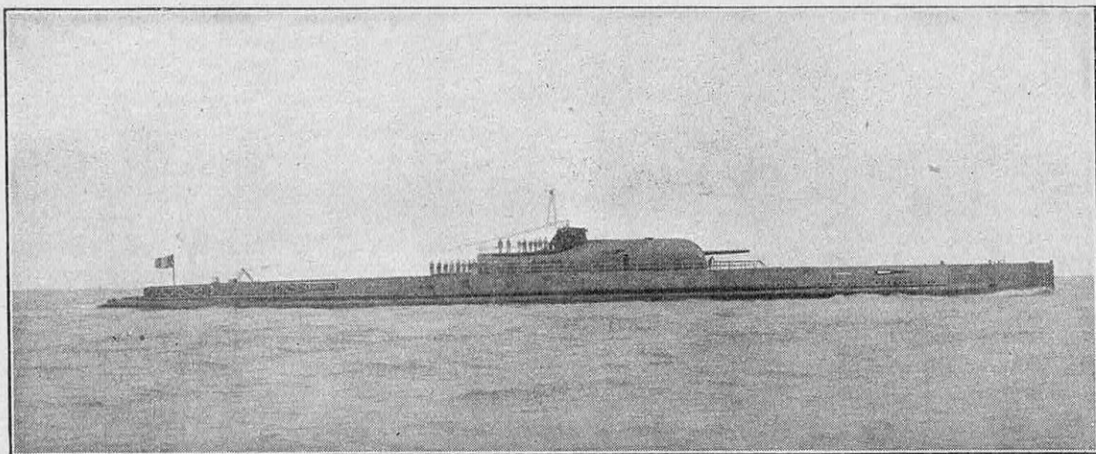


FIG. 4. — LE « SURCOUF », SOUS-MARIN DE CROISIÈRE FRANÇAIS LE PLUS GRAND DU MONDE
Construite en 1927, entrée en service en 1934, cette unité a un déplacement de 2 926 tonnes. Sa vitesse, en surface, est de 18 nœuds et, en plongée, de 10 nœuds. Son rayon d'action est de 12 000 milles à 10 nœuds. Elle est armée de 2 canons de 203 mm, 2 canons de 37 mm, 4 mitrailleuses et 10 tubes lance-torpilles de 550 mm. Son équipage est de 150 hommes. Le Surcouf est entré en service en 1934.

à doter les navires modernes de vitesses relativement élevées ; par exemple, le *Dunkerque* aura une vitesse de 30 nœuds, tandis que le dernier cuirassé français construit avant lui, le *Lorraine* ne filait que 21 nœuds ; c'est donc un saut brusque de vitesse, une augmentation de près de 50 %.

Au cours de la dernière guerre, il n'y a pas eu d'exemple de navires marchant plus de 24 nœuds qui eussent été coulés par sous-marin.

Au combat du Jutland, bien que les Allemands eussent disposé à l'avance leurs sous-marins près des bases anglaises, ou en tra-

vers du chemin probable de la flotte ennemie, les Anglais ne perdirent pas un seul de leurs navires du fait des sous-marins allemands.

Vers la fin de la Grande Guerre, les sous-marins allemands n'arrivaient même plus à opérer en Manche contre les navires de commerce, parce qu'ils trouvaient dans l'avion l'antidote.

Mais, par le seul fait qu'il existe et que le navire de ligne peut le rencontrer, le sous-marin oblige la flotte de haut bord ennemie à prendre toute une série de précautions : le cuirassé perd de sa liberté de manœuvre ; une fatigue supplémentaire et continue

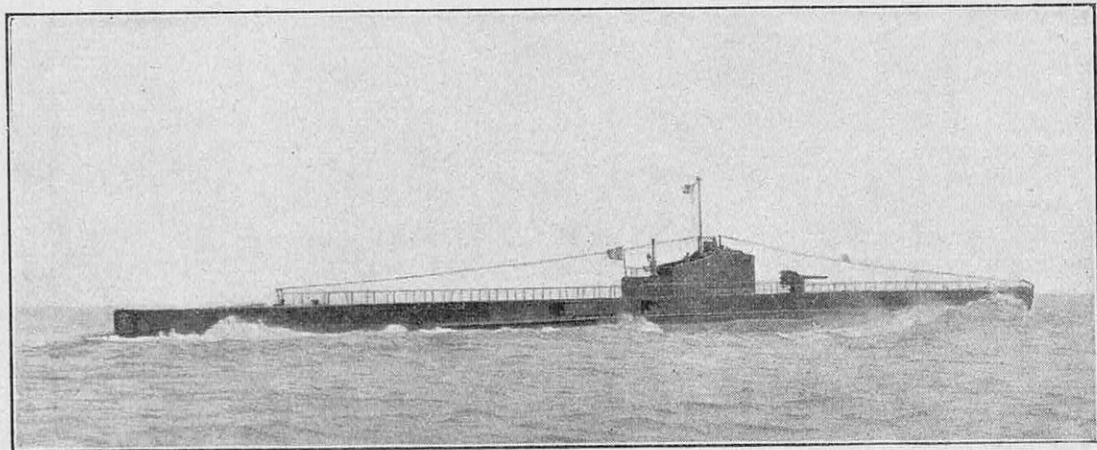


FIG. 5. — LE SOUS-MARIN FRANÇAIS « AGOSTA ».

Son déplacement est de 1 379 tonnes en surface et de 2 060 tonnes en plongée. Sa vitesse, en surface, atteint 18 nœuds ; en plongée, 10 nœuds. Son armement comprend 1 canon de 100 mm, 1 canon de 37 mm, 1 mitrailleuse, 11 tubes lance-torpilles de 550 mm. L'Agosta a été lancé en 1934.

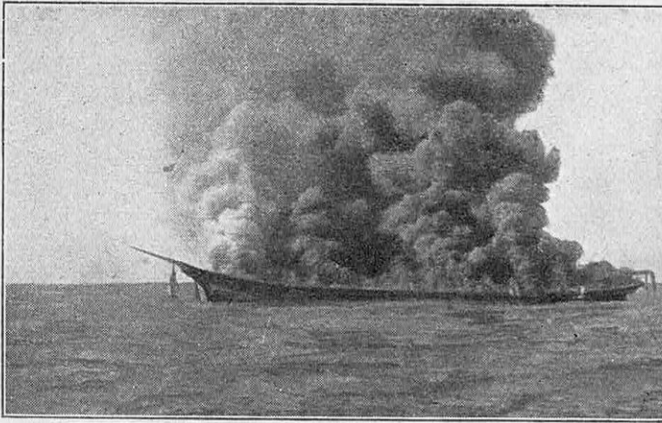


FIG. 6. — UN BATEAU-PIÈGE SIMULE UN INCENDIE

Pour détruire les sous-marins au cours de la dernière guerre, les Alliés imaginèrent les bateaux-pièges. Voici l'un d'eux qui, aux premiers coups de canon du sous-marin qui l'attaque, simule un incendie le mettant dans une situation désespérée. Il incite ainsi le sous-marin à se rapprocher pour poursuivre sa destruction ; mais, au moment où le sous-marin sera près de lui, le bateau-piège démasquera alors ses batteries et coulera, à bout portant, le sous-marin.

causée par la veille, dont dépend son salut, est supportée par son personnel ; il perd donc un pourcentage sérieux de sa valeur militaire.

Le sous-marin oblige à mobiliser contre lui une partie des forces aériennes, et il suffit d'un très petit nombre de sous-marins pour tenir en haleine des formations aéronautiques importantes, réduites ainsi à la défensive, alors qu'elles pourraient être si utilement employées dans les opérations offensives.

Hors des eaux européennes, ce sera, comme nous l'avons dit, le gros sous-marin qui aura à agir ; et, la plupart du temps, les navires de guerre qu'il aura l'occasion de rencontrer seront des croiseurs, c'est-à-dire des navires rapides, difficiles à découvrir s'ils ne font pas partie de l'escorte des navires marchands forcément lents.

La manœuvre du grand sous-marin pour l'attaque d'un navire de guerre, surtout si celui-ci est rapide, est délicate ; le gros sous-marin est « gauche ».

Mais il reprend toute sa valeur contre le navire de commerce ennemi, qui a, en général, une vitesse inférieure à la sienne, qu'il peut prendre en chasse, en se tenant hors de portée de son artillerie, pour attendre le moment favorable au torpillage.

Si les navires de commerce naviguent en convois escortés, l'ampleur du but compense cette protection.

La présence du gros sous-marin sur les grandes lignes maritimes oblige à doter chaque navire de commerce d'au moins un canon, et d'une équipe de plusieurs canonniers. Car, il n'est aucun point du monde où un sous-marin ne puisse apparaître.

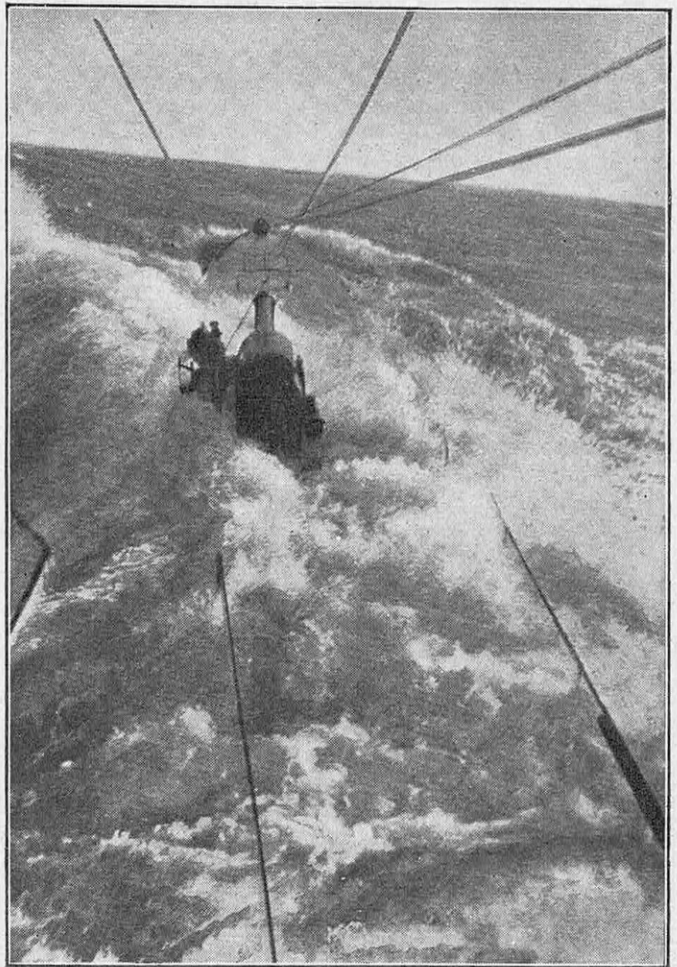


FIG. 7. — VOICI CE QUE, PAR GROSSE MER, UN COMMANDANT DE SOUS-MARIN APERÇOIT DE L'AVANT DE SON NAVIRE SUR LEQUEL LA LONGUE HOULE VIENT DÉFERLER

Qu'on se souvienne qu'il y a bientôt vingt ans, le sous-marin *U-151*, parti d'Allemagne le 29 août 1917, n'y est rentré que le 26 décembre de la même année, après avoir, au cours de son raid de 114 jours dans l'Atlantique, parcouru 11 400 milles, soit 21 100 kilomètres. Si l'on veut bien se rappeler que la marine marchande britannique comprend environ 11 000 navires, cela fait 11 000 canons, leurs munitions et 30 000 à 40 000 canonnières distraits du théâtre principal des opérations.

Certes, l'exécution de cette guerre de

lancer des bombes d'avion sur la population des états belligérants. Les exigences de la conduite de la guerre totale et l'effort des peuples pour défendre leur vie passent à l'ordre du jour bien avant le désir théorique et naïf d'écarter la guerre sous-marine sans restriction...

« Dans le cadre de l'action générale, on doit prévoir l'ouverture immédiate de la guerre de course sur et sous l'eau, et l'on doit fixer les parages interdits des côtes ennemies, dans lesquels tout navire rencontré, même neutre, doit être coulé... » (1).

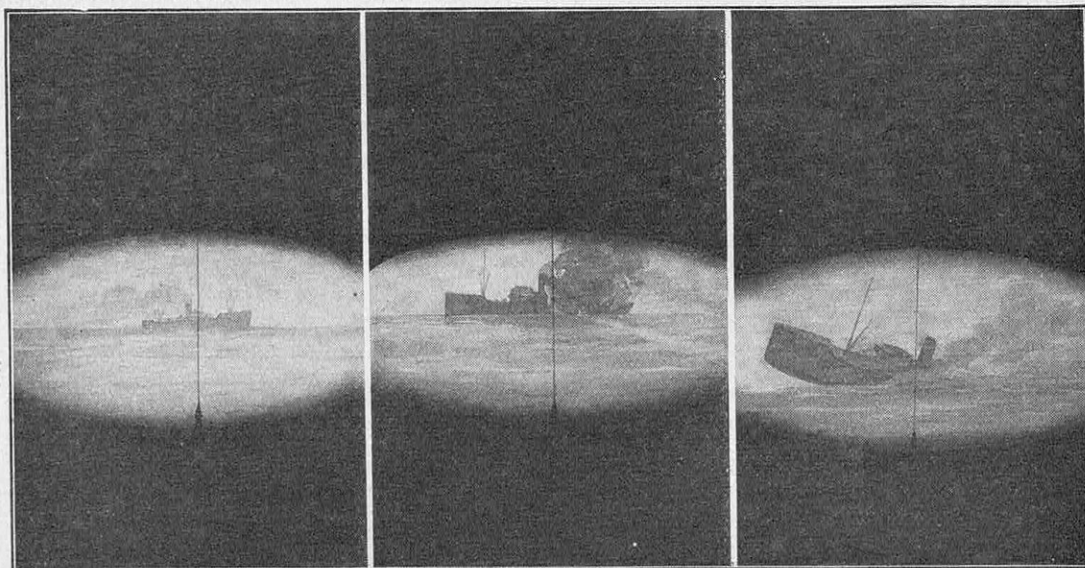


FIG. 8. — LES PHASES SUCCESSIVES DU TORPILLAGE D'UN CARGO, OBSERVÉ AU PÉRISCOPE. A gauche, le cargo vu à 1 000 m; la ligne de visée du périscope passe sur l'avant de la cheminée. Au centre, le cargo vu à 500 m; A droite, le cargo torpillé coule à 250 m du sous-marin.

course est gênée par des conventions qui, en principe, prévoient l'arrondissement simplifié du navire de commerce. Mais seront-elles respectées? La nation qui aura été attaquée ne trouvera-t-elle pas dans la violation de cette première convention qu'est la paix la légitimité de supprimer toute formalité avant le lancement de la torpille? (1).

« L'effort fait pour écarter la guerre sous-marine totale, c'est-à-dire telle que tout navire qu'un sous-marin rencontre dans une zone interdite définie doit être coulé, même s'il bat pavillon neutre, ne reste qu'un pieux désir, comme la défense de

Et nous arrivons à cette conclusion.

Le sous-marin a peu de chances de couler des navires de guerre ennemis qui n'aient pas été déjà amoindris par la bataille.

Sa seule présence diminue la valeur offensive de l'ennemi.

Le navire de commerce est et reste sa proie toute désignée; dans certaines mers resserrées, on lui préférera l'avion pour la destruction du commerce maritime ennemi; mais il a seul le rayon d'action suffisant pour aller saboter le réseau des routes maritimes de l'adversaire.

En agissant ainsi, il détourne de sa patrie le meilleur du potentiel de guerre ennemi.

Dans la prochaine guerre, qu'aucune déclaration ne précède, le sous-marin n'aura aucun scrupule à frapper sans merci.

H. PELLE DES FORGES et H. KLOTZ.

(1) LUDENDORFF : *La guerre totale*.

(1) Le traité naval de Londres de mars 1936 ne limite que le tonnage, l'armement et l'âge des sous-marins; mais les signataires du traité de Londres de 1930 comptent que la France et l'Italie accepteraient de signer un protocole reconnaissant les règles édictées dans ce domaine (IV^e partie) sur le contrôle des sous-marins en temps de guerre.

CHARLES NICOLLE, LE DARWIN DES MICROBES

COMMENT SE CONSERVENT, SE PROPAGENT ET ÉVOLUENT LES MALADIES INFECTIEUSES

Par JEAN LABADIÉ

Pendant longtemps, on n'a pu expliquer par quel mécanisme les épidémies faisaient, en certaines régions du globe, des apparitions soudaines sans qu'il fût possible de démontrer l'existence d'un premier foyer, centre de contamination. Ce sont les travaux du grand biologiste français Charles Nicolle, prix Nobel de Médecine, mort récemment, qui ont montré quel rôle jouent, dans la conservation et la propagation naturelle des maladies infectieuses, les affections inapparentes, formes si atténuées de ces mêmes maladies qu'aucune méthode clinique ne peut les déceler. On ne les observe pas seulement chez l'homme, mais chez toutes les espèces animales, qui jouent, les unes vis-à-vis des autres, le rôle de véritables réservoirs occultes pour les infections dont s'expliquent ainsi la disparition et la réapparition périodiques, jusqu'à ce que soit obtenue, au prix de ces épidémies successives, une véritable auto-vaccination des espèces, désormais réfractaires à la maladie. A l'œuvre déjà si féconde de Nicolle dans le domaine du typhus exanthématique, de la fièvre récurrente, du Kala Azar, du Bouton d'Orient, il faut ajouter les conceptions si originales dont il fut le promoteur touchant l'évolution des microbes par mutations au cours de « passages » successifs. Elles expliquent la régression de certaines maladies infectieuses de l'antiquité et du moyen âge ; pour l'avenir, elles font prévoir l'atténuation de la virulence des affections aujourd'hui courantes, mais nous donnent lieu de craindre que de nouvelles, inconnues jusqu'à ce jour, ne fassent une soudaine apparition.

DEPUIS les découvertes de Louis Pasteur, qui semblaient définitives, c'est une vraie révolution qu'apporte l'œuvre de Charles Nicolle, dans ce domaine de la bactériologie. Non pas tant à cause des découvertes personnelles du docteur Nicolle que par les horizons que nous ouvrent ses travaux et les profonds commentaires dont il les a enrichis. Dans son livre, dont l'originalité ne souffre l'opposition d'aucune antériorité, *Le Destin des maladies infectieuses*, Charles Nicolle apparaîtra certainement aux générations futures comme le Darwin des microbes, c'est-à-dire comme le savant qui a deviné, prévu et montré, par les données acquises de son temps, l'évolution de espèces microbiennes, — l'évolution, par conséquent, des maladies infectieuses. Les maladies infectieuses qui accablent présentement l'humanité (tuberculose, syphilis, grippe, fièvre jaune, peste, lèpre, choléra...) n'ont pas toujours existé. Les unes sont à leur maximum de virulence, les autres sur leur déclin. Certaines, sans doute les plus anciennes et qui durent être, dans des temps très anciens, de véritables fléaux, continuent d'exister chez l'homme, à l'état

d'innocuité totale — telle cette « maladie des jeunes chiens », mortelle pour les chiens, mais inoffensive chez l'homme qui continue de l'entretenir sans même le soupçonner.

Comme, d'autre part, la même théorie nous oblige à prévoir que de nouvelles maladies infectieuses, totalement inconnues jusqu'ici, peuvent apparaître, par « mutation » de microbes, visibles ou invisibles — dont les médecins n'ont pas à s'occuper, puisqu'ils ne sont pas « pathogènes » (1), et dont ils ne pourraient s'occuper, même s'ils le voulaient, puisque un microbe invisible au microscope ne peut s'étudier que par ses effets, c'est-à-dire sa virulence, — on comprend l'intérêt passionnant qui s'attache à la prévision de telles évolutions néfastes. Cette prévision ne peut résulter, on le conçoit, que des lois de « l'évolution » microbienne dont Charles Nicolle a posé les bases.

La logique et la méthode d'une vie de recherches

Le microbe du typhus exanthématique humain défie les filtres et les microscopes,

(1) « Pathogènes » signifie étymologiquement : « Qui engendrent la maladie. »

et comme la maladie n'existait pas à l'état endémique dans la métropole, Charles Nicolle a pu dire « que les connaissances d'ordre expérimental sur le *typhus exanthématique* (1) étaient nulles avant que fussent entrepris les travaux de l'Institut Pasteur de Tunis » — les siens (2).

En juillet-août 1909, Charles Nicolle reproduit, pour la première fois, le typhus chez les chimpanzés et chez les macaques. Il démontre expérimentalement, le mois suivant, que l'agent de transmission de l'homme malade à l'homme sain est un parasite vulgaire, le pou. Il devine ce fait essentiel parce qu'il observe que le personnel traitant de l'hôpital demeure indemne *bien qu'en contact permanent avec les malades*. Quel « fait » différencie la propagation extérieure à l'établissement de l'épidémie et sa non propagation intérieure ? Simplement ceci : les malades sont « épouillés » à l'entrée. Cette simple mesure d'hygiène donne l'explication de la propagation en même temps qu'elle indique le barrage à lui opposer : la guerre aux poux. La piqûre du pou n'est virulente qu'à partir du septième jour qui suit l'absorption du sang des malades par l'insecte. Ses excréments sont virulents à partir de la même date. Donc : *le microbe siège dans la cavité intestinale de l'insecte*. La descendance du pou n'est pas contaminée.

Cette chaîne de déductions est timbrée du sceau de la plus authentique méthode scientifique.

En 1910, Ch. Nicolle et son collaborateur E. Conseil reconnaissent qu'une première atteinte du typhus confère à l'animal d'expérience une immunité solide, *chaque fois que la maladie a été grave*, tandis qu'une atteinte légère n'entraîne pas toujours l'immunité. Le *sérum* des animaux guéris et des convalescents se révèle doué de propriétés *préventives dans les six à quinze jours* seulement qui suivent la chute de la fièvre. Et voilà un premier moyen thérapeutique contre le mal.

La production d'un sérum préventif chez un animal de forte taille a été amorcée par Ch. Nicolle. Elle est encore en train.

La *fièvre récurrente mondiale*, étudiée en Tunisie par Ch. Nicolle, révèle que ses agents de transmission étaient également le *pou et le moustique*. Certains chercheurs avaient déjà tenté la reproduction expéri-

mentale de la fièvre récurrente par des piqûres de poux. Ils n'y avaient pas réussi. Un animal reçut jusqu'à 6 515 piqûres sans être contaminé. Pourtant, on avait constaté la virulence de ces mêmes poux « broyés ». Le mystère est éclairci le plus simplement du monde : Ch. Nicolle explique que l'écrasement du pou, ou du moustique, par les ongles du malade et l'excoriation consécutive de l'épiderme constituent le mécanisme banal de l'inoculation.

Le siège du microbe (un *spirochète*) n'est donc plus, ici, l'intestin, mais *le sang* de l'insecte. Le microbe est « localisé ». Contrairement à ce qui avait été observé pour le typhus, la maladie est héréditaire chez l'insecte : il fallait s'y attendre, étant donné le siège du spirochète. (C'est parce que son siège dans le sang le spirochète de la syphilis, que cette maladie est héréditaire, tandis que la tuberculose, par exemple, dont le bacille est localisé sur les lésions spécifiques, n'est pas héréditaire.)

Nous ne ferons pas ici l'exposé détaillé des autres travaux de Charles Nicolle : ils ont trait presque tous à des maladies infectieuses étudiées *in vivo*, c'est-à-dire dans leurs foyers géographiques habituels : le *Kala Azar*, le *Bouton d'Orient*, la *fièvre ondulante* ou méditerranéenne.

La méthode appliquée fut celle d'un Claude Bernard qui se serait occupé des réactions réciproques du microbe et du reste du monde vivant.

Aussi bien, de cette méthode, toute fondée sur l'imagination scientifique bien ordonnée, sont jaillies deux théories d'ordre général : l'une, immédiatement pratique et féconde, est la théorie des *infections inapparentes* ; la seconde, prolongement naturel de la précédente, s'élève au-dessus des contingences immédiates, est celle de l'évolution des maladies infectieuses et de leur « destin », comme écrit l'auteur.

Les maladies infectieuses inapparentes

« Les médecins, nous expliquait Charles Nicolle, dans ses leçons au Collège de France, ont connu de tout temps, à côté des formes de maladies à symptômes bien tranchés, l'existence de formes atténuées. Aucun d'eux n'imaginait pourtant qu'il pût en exister de si réduites qu'elles ne se révélassent *par aucun signe*. On pouvait encore moins supposer le rôle que de telles formes d'infection, impossibles à déceler par les méthodes cliniques, jouent *dans la conservation et la propagation naturelle des maladies contagieuses*, »

(1) « Exanthématique » signifie étymologiquement : « fleurissant », qui produit des « boutons ».

(2) Car le docteur Nicolle était passé, en 1903, du laboratoire de Metchnikov, à l'Institut Pasteur de Paris (où il s'était fait remarquer par ses travaux de sérologiste), à la direction de l'Institut de Tunis.

C'est cette forme insoupçonnée de la maladie et ses conséquences pratiques que Charles Nicolle a révélées.

Une première question, d'ordre très général, le poussait à cette recherche. Une épidémie éclate brusquement dans un pays. D'où vient-elle? Si la propagation ne provient pas d'un foyer actuel connu (et il faut toujours un premier foyer), comment expliquer ces explosions subites des épidémies? La réponse est simple, après les travaux du docteur Nicolle. « Le virus couve à l'état latent, et sans dommage pour le porteur, chez les animaux du pays en contact, domestique ou parasite, avec l'homme. »

Le point de départ de la découverte fut celui-ci : en effectuant des « passages » — inoculations successives — du virus du typhus exanthématique sur des cobayes, Charles Nicolle constatait que *seul*, le thermomètre accusait la maladie provoquée. *La courbe de la température fébrile* du typhus prend effectivement la même forme pour tous les sujets. La courbe des cobayes était celle des humains, mais infiniment atténuée, — cependant que les petits rongeurs continuaient leur vie coutumière, sans aucun malaise.

Mieux. Certains des cobayes inoculés n'accusaient *aucune fièvre*. Étaient-ils « réfractaires » à la maladie ?

Charles Nicolle s'est toujours méfié des mots : celui-ci ne signifie rien en lui-même. Il constata que ces prétendus « réfractaires » étaient bien contaminés, puisqu'ils étaient infectieux.

Passant au rat et à la souris, Charles Nicolle montra que ces animaux prennent tous la position du cobaye pseudo-réfractaire vis-à-vis du typhus. Voilà donc, dans la gent murine, un refuge bien commode pour le typhus momentanément refoulé par l'hygiène de chez les habitants humains du pays. Quand le moment sera propice, le virus remontera à la société humaine et l'épidémie « éclatera », — et il reprendra toute son énergie en passant du rat, par exemple, à un sujet encore vierge de toute atteinte : rescapé de l'épidémie précédente, immigré ou né depuis cette épidémie.

D'ailleurs, l'homme lui-même peut deve-

nir le dépositaire de la maladie, dans sa forme inapparente. En 1928, une épidémie très localisée de typhus en Serbie révéla l'existence du virus chez treize individus sains en apparence.

La maladie infectieuse *inapparente* ainsi définie n'est pas du tout une maladie *latente* comme on en observe souvent chez des sujets qui « couvent » une infection, laquelle existe là simplement atténuée ou chronique. *L'inapparence* de la maladie est encore moins liée, cela va sans dire, à la « non-visibilité » du microbe au microscope. Le caractère inapparent invoqué ici est un caractère purement *clinique* équivalant à *l'absence des symptômes* de la maladie qui, cependant, existe chez le sujet où elle s'introduit et se développe jusqu'à son terme normal, et lui conférant même une légère immunité, — tout cela sans que le sujet s'en doute, *ni son médecin* s'il n'expérimente pas spécialement.



LE DR CHARLES NICOLLE
de l'Académie des Sciences,
Professeur au Collège de France,
Prix Nobel de Médecine,
Directeur
de l'Institut Pasteur de Tunis.

Autre exemple : la « fièvre boutonneuse » se conserve sous une forme inapparente chez le chien, qui la transmet à l'homme. Réciproquement, la « maladie des jeunes chiens » se conserve chez l'homme qui ne s'en doute pas et repasse l'infection aux jeunes chiens qui, eux, en meurent.

La mort, dans ces conditions, d'un jeune chien que l'on destinait à vivre dans la

maison est certes révoltante, mais que dire, du point de vue plus précis de l'intérêt, de ces « avortements épizootiques » qui ruinent certains éleveurs, alors que ce sont eux, les bergers, qui en conservent le microbe à l'état inapparent.

Un grand nombre de maladies dont les microbes sont des *spirochètes* prennent la forme inapparente chez les animaux les plus divers. La syphilis, qui est une « spirochètose », prend cette forme chez la souris.

La fameuse fièvre « dengue », que propage le moustique, peut devenir inapparente chez l'homme. Cela n'empêche pas le moustique propagateur de venir s'infecter chez ce malade inapparent.

La poliomyélite (qui fit parler d'elle voilà quelques années) a été dénoncée par le docteur Nicolle comme extrêmement répandue dans notre espèce, « mais dont les

cas à symptômes constituent l'exception, et les formes inapparentes la règle ».

« Je range dans la même catégorie, ajoute le savant, le *rhumatisme articulaire* et la *scarlatine*. »

« Plus fréquentes dans certains cas, peut-être même pour la majorité des maladies virulentes, que les formes à symptômes, les formes inapparentes sont *infiniment plus à craindre* parce qu'elles se *dérobbent au dépistage*. Il faudra employer à la recherche de ces formes nos méthodes de laboratoire actuelles, précises Charles Nicolle, et en créer de nouvelles. »

L'auto-vaccination des populations contre les épidémies au cours de l'histoire

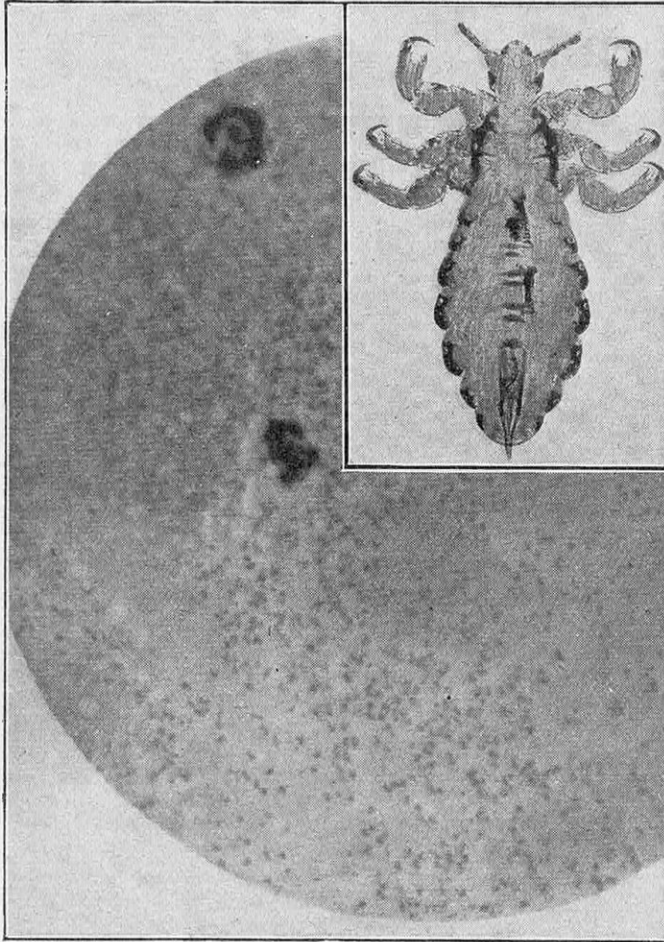
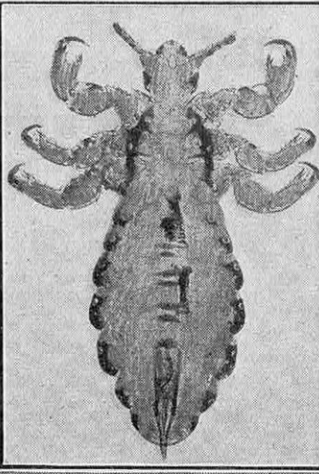
La connaissance des infections inapparentes ouvre donc un chapitre nouveau de la médecine, « celui de la *sous-pathologie*, si l'on peut dire ». C'est l'expression même de Charles Nicolle.

Elle oblige tout expérimentateur à tenir compte, dans ses recherches, de l'existence possible d'une forme inapparente de la maladie qu'il étudie. On ne peut aujourd'hui, dans le contrôle de l'efficacité d'une vaccination, se contenter de constater que l'animal ne présente aucune réaction à l'inoculation. Si la maladie infectieuse expérimentée est « inapparente », il n'y a pas de réaction, pourtant la maladie existe.

Des expériences sur la fièvre jaune effectuées par des élèves de Charles Nicolle leur ont permis de réaliser une *vaccination préventive* contre la fièvre jaune avec le « virus amaril » (qui est celui de cette maladie) atténué par son « passage » sur souris, — et leur mode de vaccination consiste dans le

déclenchement d'une infection *inapparente* de fièvre jaune dont l'atteinte, sans symptômes cliniques, *laisse pourtant à sa suite une immunité*. L'animal est vacciné. Nicolle conclut ceci : « On peut dire que, parmi les méthodes aujourd'hui acquises (et pratiquées) de vaccination préventive par virus ou cultures vivants, il en est qui agissent de la même manière. »

Et ceci explique comment, historiquement, certaines maladies infectieuses sont en voie de disparition dans certaines régions du globe : les populations se sont vaccinées pour ainsi dire automatiquement au prix des épidémies



(Clichés Jeantet, de l'Institut Pasteur.)

FIG. 1. — LE « RICKETTSIA », MICROBE DU TYPHUS. COMMENT APPARAÎT LE VIRUS DU TYPHUS (GROSSISSEMENT 1 850 FOIS) CHEZ LE POU (GROSSISSEMENT 16 FOIS) QUI EST L'AGENT TRANSMETTEUR DE CETTE MALADIE A L'HOMME

Le virus, chez le pou, réside dans l'intestin.

successives qui les ont frappées. Ainsi, la lèpre, qui sévissait encore au moyen âge en Europe, et la peste noire, dont la forme est différente des pestes asiatiques. C'est encore pourquoi les races autochtones de l'Afrique du Nord sont moins sensibles au typhus exanthématique que l'Européen. Celui-ci n'est vacciné que contre le « typhus de l'ancien monde », qui n'est pas le même que celui qui sévit en Tunisie.

**L'identification spécifique
des microbes ne peut être trouvée
que dans leurs effets pathologiques,
non dans leurs « toxines »**

Les vues nouvelles dans lesquelles nous venons d'entrer, touchant les microbes pathogènes et la diversité de leurs actions, nous invite à demander : Qu'est-ce qu'un microbe? Comment se classent les microbes? Ce classement est-il immuable? Voici la réponse que nous apportent les travaux de Charles Nicolle et sa conclusion finale, que nous avons annoncée : les microbes évoluent.

Quand les microbes sont visibles au microscope, il est possible de les répartir entre le règne animal et le règne végétal. Les premiers sont les moins nombreux : l'agent du paludisme, les hématozoaires; les infusoires du Kala Azar, du Bouton d'Orient; l'amibe de la dysenterie. Les microbes du

règne végétal sont des « champignons » ou des « algues ». On les nomme communément « bactéries ». Ce sont les microbes de la typhoïde, du choléra, de la peste, des suppurations de toutes sortes, du tétanos, du charbon, de la morve, de la diphtérie, de la tuberculose, de la lèpre.

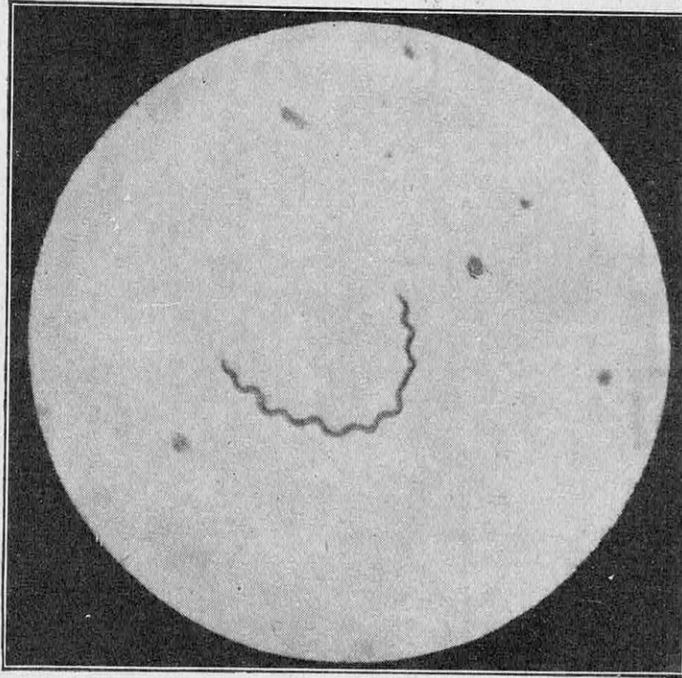
Le seul caractère vraiment *spécifique* d'un microbe est d'ordre « pathologique », c'est-à-dire les *symptômes cliniques* que provoque son inoculation à l'homme et aux animaux.

Cette *spécificité pathologique* que Charles Nicolle admet à l'exclusion de toute autre, en vertu de la méthode de médecine expérimentale, qui est sa discipline scientifique propre, cette spécificité n'est pas évidente *a priori*.

Pasteur, l'inventeur du monde microbien, avait reconnu la spécificité des mi-

crobes-ferments : ferments lactique, alcoolique, acétique, butyrique. C'est là, comme on voit, une spécificité *chimique* : chaque ferment est qualifié par le produit qu'il fabrique. De même, on est tenté de qualifier chaque microbe par son produit toxique, la *toxine*, dont il provoque la formation dans le sang du sujet infecté. Mais c'est là une définition purement théorique, car, jusqu'ici, nulle toxine n'a pu être isolée chimiquement avec certitude, en sorte que l'identification

du produit hypothétique probable ne peut se faire que par le *réactif* d'un organisme vivant (du type cobaye). On aperçoit aussitôt la profondeur de l'identification scientifique du microbe par Nicolle : que l'industrie de la bière ou du vin classe les ferments par leurs résultats chimiques, soit, encore qu'en dernière analyse les races de ferments du vin, par exemple, liées aux différents « crus », s'identifient, par là même,



(Clichés Jeantet, de l'Institut Pasteur.)

FIG. 2. — COMMENT APPARAÎT LE MICROBE SPIROCHÈTE DE LA FIÈVRE RÉCURRENTTE, DONT L'ÉTUDE EST DUE À CHARLES NICOLLE (GROSSISSEMENT 1850 FOIS)

en qualité non par mesure chimique. La médecine ne peut s'occuper, en l'état actuel de la chimie, des toxines microbiennes. Le procédé d'analyse chimique échoue avec la plupart des *hormones* et des *vitamines*, et ceux de ces corps organiques essentiels qui ont été analysés ou isolés demeurent sujets à critiques, du point de vue de leur réaction sur l'organisme. A plus forte raison, si les *toxines* microbiennes sont un jour isolées, leurs effets biologiques pourront peut-être servir à contrôler leurs formules chimiques, mais leur analyse purement chimique ne sera jamais la chose capitale en bactériologie.

Nous retrouvons ici la pensée de M. Jacques Duclaux, professeur au Collège de France : la chimie organique du laboratoire vivant contient un facteur propre,

absent du laboratoire purement physique — et cela, même si la « formule » du corps étudié est identique de part et d'autre.

L'échelle des microbes

Le point de vue de Charles Nicolle sur l'individualité des microbes lui permettait de construire une « échelle » de ces êtres, allant des microbes saprophytes (qui sont ceux dont la vie indépendante se déroule dans la simple terre végétale) aux inframicrobes pathogènes.

Les saprophytes purs vivent aux dépens de la matière organique, non de la matière vivante ; lorsqu'ils s'installent en parasites dans l'intestin, ce sont des « profiteurs de fortune », mais non des « microbes virulents », spécifiquement pathogènes. Et ceux-ci, avec le tétanos, le charbon, peuvent vivre et se conserver dans le sol. Première conclusion : la transition entre les microbes de la terre et ceux du sang n'est pas tranchée. Les microbes pathogènes capables de jouer sur les deux tableaux : l'organique mort et l'organique vivant, sont ce que Nicolle appelle les « brutes », les « ancêtres », en pensant aux monstres préhistoriques, ancêtres des animaux actuels.

A l'étage au-dessus, Nicolle place d'autres bactéries *lourdes*, qui se logent « au voisinage de la barrière vivante qui nous protège (peau, muqueuses), n'attendant que l'occasion d'une brèche pour nous envahir » : ce sont les staphylocoques, streptocoques, les pneumocoques, etc.

Au-dessus viendraient les *bactéries légères*, incapables de prendre jamais la rude forme défensive de « spores » que les précédentes connaissent. Ce sont les microbes des fièvres méditerranéennes, de la morve, etc. Ces bactéries ne peuvent se développer que dans des milieux de culture spéciaux, se rapprochant le plus possible des milieux vivants qu'ils infectent.

Enfin (1), au sommet de l'échelle, le microbe invisible, l'*inframicrobe*, inséparable du milieu de culture vivant, qui le livre à l'état de *virus*.

L'évolution des microbes

Dans la classification logique précédente, nous voyons, en effet, la virulence croître dans le sens même de sa gradation du visible à l'invisible. On dirait, d'autre part, que la même gradation pousse les microbes

(1) « L'échelle » de Nicolle ne comprend que des « bactéries », c'est-à-dire microbes du règne végétal et du type « algues » (voir plus haut). Les microbes du règne animal ou du type végétal « champignon » ne sont pas classés par suite de leur rareté relative.

à se détacher du milieu organique brut pour s'attacher à l'organique vivant.

Charles Nicolle imagine que cette échelle indique, par conséquent, une « évolution ». Mais cette évolution ne serait pas linéaire, d'un seul tronc. Tous les groupes de bactéries seraient capables de passer plus ou moins vite de l'état brut, primitif, non pathogène, à l'état évolué d'inframicrobes pathogènes. La science classique n'aurait seulement devant les yeux que le résultat actuel de cette évolution, laquelle serait en marche continue.

Il s'ensuit que des bactéries saprophytes, actuellement non pathogènes, peuvent monter d'un échelon ; que des microbes actuellement inoffensifs et même d'existence *insoupçonnée* (puisque'ils ne causent aucun désordre) à la surface des muqueuses peuvent devenir les égaux en virulence du bacille d'Eberth (typhoïde) ; et que celui-ci et ses congénères peuvent devenir inframicrobes donnant lieu à une maladie infectieuse encore inconnue, donc « nouvelle » lorsqu'elle éclatera, — à moins que la forme « infra » ne corresponde précisément à la période d'auto-vaccination qui semble être celle des maladies « inapparentes », inoffensives, déjà signalées.

Ainsi, toute bactérie connue peut gravir pour son compte personnel l'échelle de Nicolle : cette échelle serait donc un tronc se ramifiant, à toutes les hauteurs, en rameaux de plus en plus évolués.

Cette évolution s'effectuerait par la répétition innombrable des « passages » du microbe sur l'organisme, par suite des infections épidémiques. Or, si l'on se souvient que cette méthode des « passages » est l'une de celles qui réussit *empiriquement* — ne l'oublions pas — pour l'obtention de certains vaccins, Nicolle paraît bien avoir le droit de supposer que les « microbes atténués » de la culture vaccinnante ne sont pas les descendants *simplement affaiblis* du microbe pathogène primitif, mais plutôt une *race nouvelle* issue de ce microbe primitif, par *mutation brusque* (1).

Ce genre de vaccination ne serait donc qu'une maladie infectieuse expérimentale amenant l'immunité consécutive à son développement normal.

Si cette hypothèse est exacte, un très grave problème se lève : « Est-il certain que la *mutation* du virus en vaccin, réussie lors de la préparation originale, se renouvellerait

(1) On sait, depuis Hugo de Vries, que les variations d'espèces s'effectuent non par gradation continue, mais par mutation brusque (voir expériences de Blaringhem sur le maïs) et que cette réussite est toujours empirique.

si on recommençait l'expérience ? » Rien n'est moins certain, car toute mutation est affectée d'un sérieux coefficient de probabilité : le hasard y intervient peu ou prou. Dans ces conditions, pour invoquer un exemple précis, si l'on reprenait le *virus rabique* sur un chien de la rue pour le transformer en vaccin par passages sur la moëlle du lapin, l'expérience qui réussit à Pasteur (et lui donna la souche de vaccin qui servit à sauver le berger Jupille et, après lui, tous les hommes qui, depuis, furent sauvés par la même souche distribuée à tous les Instituts Pasteur du globe), cette expérience réussirait-elle ? Rien n'est moins certain.

Bien au contraire, toutes les fois qu'un institut a essayé, jusqu'ici, de refaire l'expérience de Pasteur, il a échoué.

Et cependant, si l'on a tenté de recommencer cette expérience, ce n'est pas par simple virtuosité, c'est parce que la souche de Pasteur marque un affaiblissement de son efficacité vaccinnante. Le « microbe-vaccin » semble s'« auto-vacciner » lui-même, à la suite de passages trop nombreux. Provenant d'une mutation heureuse, il se livre à d'autres mutations qui transforment sa spécificité. Qui ne voit les conséquences angoissantes que comporterait une vérification de la loi d'évolution des microbes selon Nicolle ?

Le destin des maladies infectieuses

La science, impassible, n'apporte pas, on le voit, que des apaisements à l'inquiétude humaine. La science est indifférente à l'humanité, — c'est à celle-ci à utiliser au mieux les connaissances scientifiques.

L'évolution microbienne nous assure donc que les maladies sévissant actuellement à l'état virulent maximum disparaîtront un jour ou l'autre. La peste, le choléra, la typhoïde n'ont pas toujours existé. Elles disparaîtront, comme d'autres maladies infectieuses ont disparu, — auxquelles nous sommes même incapables d'attribuer une étiquette. L'exemple précité de la maladie des jeunes chiens est particulièrement suggestif. D'ailleurs, la mutation menace toujours de rendre sa virulence à un microbe qui l'avait perdue.

La suggestion pratique la plus immédiate de la théorie de Nicolle est celle-ci : il faut surveiller attentivement l'apparition des maladies nouvelles et suivre leur évolution.

Les maladies nouvelles sont d'ordinaire importées : l'arrivée de la peste bubonique

(seule vraie peste) date, en Europe, de Justinien ; la lèpre y est venue d'Orient avec les Croisades ; le choléra n'y fut introduit qu'à la fin du XVIII^e siècle. Ces maladies ont à peu près disparu, mais l'infection peut revenir par des sujets de races très différentes et demeurés à peu près isolés jusqu'ici de notre vieux continent.

L'Amérique, au XVI^e siècle, nous a donné la syphilis, par le véhicule des Espagnols qui l'ont portée à Naples, d'où les Français l'ont ramenée. Mais les Espagnols ont apporté aux Indiens la variole qui a plus fait pour l'extinction de leur race que les fameuses cruautés reprochées à Cortez et à Pizzare. La race indienne n'a pas pu s'auto-vacciner à la variole. Aujourd'hui, grâce à la découverte de Jenner, cette race aurait été sauvée, — à moins que le vaccin de Jenner se soit révélé moins actif sur les Indiens. Ces dernières semaines, on signalait l'effrayante et mortelle virulence de la grippe, apportée par les navires danois chez les Esquimaux du Groenland. Le microbe inconnu a probablement « muté » en débarquant sur ce terrain encore vierge pour lui.

Vous avez entendu parler de la *psittacose*, de la *méningite cérébrospinale*, de l'*appendicite*, « maladie à la mode ». Il faut veiller : ce sont là des infections dont le microbe, nouvel arrivé en Europe, évolue.

La fièvre méditerranéenne, issue des « chèvres » de Malte (leur réservoir naturel, et seule souche originelle connue), transportée avec ces animaux en Sicile et de là dans tout le bassin de la Méditerranée, cette fièvre, étudiée par Nicolle, est également en pleine évolution. C'est une « maladie d'avenir », écrit Nicolle.

Et les traitements les plus spécifiques influent, eux-mêmes, sur l'évolution des maladies infectieuses : il est certain aujourd'hui que le traitement par le mercure de la syphilis (qui date du XVI^e siècle) a contribué à diriger l'action du spirochète sur le système nerveux. Les nouveaux traitements auront d'autres effets évolutifs.

La pneumonie moderne n'est pas la pneumonie du XVII^e siècle décrite avec tant de précision par Grisolles.

En résumé, la théorie de Charles Nicolle vient à son heure, à une époque où nul homme sur la terre ne peut être garanti de l'infection entretenue par son congénère des antipodes. Ce n'est plus les individus qu'il s'agit de vacciner, d'immuniser, mais les peuples entiers.

JEAN LABADIÉ.

COMMENT LA PÉDOLOGIE CONTRIBUE-T-ELLE A LA CONNAISSANCE DES SOLS ?

Par Louis HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

L'étude scientifique des couches superficielles du sol, celles que l'agronome, placé au seul point de vue utilitaire, s'efforce d'exploiter par les procédés de culture rationnelle, a été longtemps négligée au profit de la géologie, qui s'intéresse exclusivement à la structure profonde, à la disposition et à l'âge des diverses assises, éruptives ou stratifiées. La pédologie, science née en Russie, il y a à peine plus d'un demi-siècle, étudie au contraire et classe ces couches meubles en déterminant leur répartition à la surface du globe. Elle a montré que la transformation lente des roches mères sous l'action des différences de température, des gaz (surtout du gaz carbonique), de l'humidité, vaporisée ou condensée de l'atmosphère, et enfin des êtres vivants, donne naissance à des mélanges complexes constituant les divers types de sols. Ces mélanges sont caractérisés moins par la nature du sous-sol que par l'ensemble des éléments climatiques. C'est ainsi qu'on distingue aujourd'hui, sur le globe terrestre, les terrains zonaux (sols des forêts et prairies septentrionales, sols bruns de nos plaines tempérées, sols gris des régions sèches, sols rouges des tropiques) répartis en larges bandes de part et d'autre de l'Equateur, et les terrains azonaux distribués irrégulièrement et où l'influence de la nature de la roche mère reste prépondérante. La fertilité d'un sol (1) ne dépend pas surtout — comme on a trop souvent tendance à le croire — de la nature chimique du complexe minéral qui le constitue. Le rôle principal paraît, au contraire, rempli, d'une part, par sa partie « colloïdale » qui assure les échanges entre le règne vivant et le règne minéral, et, d'autre part, par l'activité des phénomènes biologiques (2) dont il est le siège. C'est la transformation incessante de la matière vivante qui constitue l'agent de fixation des produits organiques carbonés et azotés dont l'ensemble forme l'humus, sans lequel aucune culture végétale ne peut se développer. Les modifications profondes du sol superficiel qui lui ont donné naissance sont dues à cette action, et c'est ainsi qu'on a pu dire que le sol qui supporte et alimente toute végétation est véritablement créé par le conflit de deux mondes : le monde minéral et le monde vivant.

LORSQUE le géologue veut dresser la carte d'un pays, il commence par faire abstraction de la couche superficielle, qu'il suppose enlevée ; cette couche ne l'intéresse pas, parce qu'elle l'empêche de voir les couches profondes, éruptives ou stratifiées, dont les affleurements permettent de déterminer la superposition, de fixer l'âge relatif et de conjecturer l'allure en profondeur.

Au contraire, ces couches superficielles remaniées intéressent vivement l'agronome, puisque, à elle seules, elles entretiennent la vie et nourrissent l'homme ; mais l'agronomie est une science dont les visées sont utilitaires, elle considère les terrains arables comme une donnée dont elle ne discute pas les causes, mais qu'elle se préoccupe d'utiliser en vue de la production agricole.

Entre ces deux points de vue, il y a place

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 203, page 389.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 225, page 235.

pour une science qui étudierait le mode de formation de ces couches meubles superficielles, qui, en même temps, les classerait par types et déterminerait leur répartition à la surface de chaque pays. Cette science est la *pédologie* ; elle est née en Russie, il y a un peu plus d'un demi-siècle, des travaux de Dokoutchaïev et de Von Richthofen ; les résultats obtenus sous l'impulsion de ces deux savants en ont imposé l'étude dans les pays voisins, Tchécoslovaquie, Roumanie, Pologne, Yougoslavie, Allemagne et jusqu'en France, où un enseignement pédologique a été institué à l'Université de Strasbourg. A Paris même, ces études, encouragées par le Muséum et le Laboratoire de géographie de la Sorbonne, ont été poursuivies par M. Agafonoff, qui vient de faire connaître les résultats de ses travaux relatifs au sol français, dans un ouvrage plein d'enseignements (1), auquel j'emprunte les notions

(1) *Les sols de France au point de vue pédologique.*

générales qui peuvent intéresser les lecteurs de cette revue.

Par ailleurs, les progrès de la pédologie avaient été accélérés par divers congrès internationaux, tenus en 1908 à Budapest, en 1910 à Stockholm, à Prague en 1922, à Rome en 1924, à Washington en 1927 ; ils ont permis de définir les buts et la technique de la nouvelle science et même d'établir à l'échelle réduite (1/10 000 000^e) une carte pédologique des sols d'Europe.

Formation des terrains superficiels

Creusons dans le sol, à partir de sa surface, une tranchée verticale, et examinons les divers « horizons » dont elle montre la superposition. A la partie supérieure (fig. 1), on trouve d'abord un sol tout fourni de racines d'herbes ou d'arbustes, qui forme la couche *A'* ; en dessous, en *A*, s'observe une terre, noire ou brune, que traversent encore, de place en place, les racines plus pénétrantes des arbres ; l'horizon *B*, situé en dessous, est encore altéré, comme sa couleur et sa texture en font foi ; il repose enfin, à profondeur plus ou moins grande, sur la « roche mère », dont la désagrégation a donné naissance à ces terrains superficiels.

Bien entendu, cette répartition schématique varie entre de larges limites ; c'est pour l'étudier que la science pédologique s'est constituée ; mais elle doit se demander, d'abord, quels facteurs ont agi pour faire subir à la roche mère ces diverses transformations. Ces facteurs sont, avec le temps, les divers éléments qui caractérisent le climat, l'atmosphère gazeuse et liquide, et enfin les êtres vivants.

Les résultats de cette action dépendent aussi, naturellement, de la nature originelle du sol ; une roche granitique donnera, par sa désagrégation, un mélange argileux où le quartz et le mica, demeurés inaltérés dans leur composition, mais modifiés dans leur structure, formeront un sable plus ou moins fin, plus ou moins abondant, tandis que les silicates complexes qui forment les feldspaths se décomposent lentement, sous

les actions combinées de l'eau et du gaz carbonique, en produisant des silicates d'alumine, tantôt incolores, comme le kaolin, tantôt colorés en rouge plus ou moins foncé par des oxydes de fer. De leur côté, les calcaires argileux, ou marnes, produisent nos sols argilo-calcaires, tandis que les grès, désagrégés par l'action de l'air et des gelées, se transformeront en couches sableuses.

L'atmosphère intervient dans ces transformations par ses gaz, et surtout par l'acide carbonique, et par son humidité, vaporisée ou condensée ; celle-ci agit mécaniquement en délitant les roches, physiquement en dissolvant leurs éléments solubles ; elle s'introduit à l'intérieur des pierres poreuses et gélives et finit par les réduire en fragments. Mais ces phénomènes acquièrent une intensité très différente, suivant les climats, et c'est ainsi que, dans la vaste étendue des terres noires, ou *tchernozems*, de Russie, les divers types de sol sont caractérisés moins par la nature de la roche mère que par le climat, très différent depuis l'océan arctique jusqu'à la mer Caspienne. C'est ainsi encore que les interventions du climat tropical, chaud et humide, transforment le sous-sol, qu'il soit éruptif ou sédimentaire, en une terre rouge-brique, dont l'épaisseur atteint parfois plusieurs mètres, et qui a reçu le nom de *latérite*, du mot latin *later* qui signifie « brique ».

Enfin, la vie agit profondément sur la nature du sol superficiel ; et c'est pour cela qu'on a dit que ce sol est créé par le conflit de deux mondes, le monde minéral et le monde vivant. L'influence prédominante paraît être celle des végétaux ; on a calculé que, dans un hectare de prairie, les racines exploitent 4 000 tonnes de terre, et l'action doit être, sous les forêts, plus intense et, surtout, plus profonde. Si on veut se rendre compte de l'activité des phénomènes biologiques, on peut encore, comme on l'a fait au Laboratoire agronomique de Rothamsted, recenser la population souterraine d'un hectare de prairie. Voici le résultat de cette analyse :

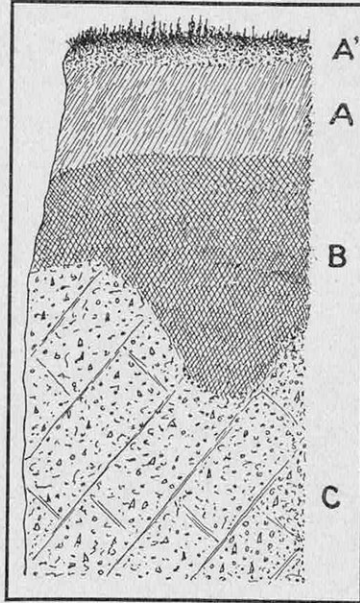


FIG. 1. — COUPE SCHÉMATIQUE D'UN SOL FORMÉ SUR LE GRANULITE (SAINT-YRIEIX-LE-DÉJOLAT, CORRÈZE)

A', sol riche en racines (5 cm) ;
A, sol noir (20 cm au maximum) ;
B, sol brun (20 à 90 cm) ; *C*, arène granitique (jusqu'à 12 m).

Bactéries.....	35 kg
Protozoaires.....	345 —
Myriapodes.....	45 —
Insectes.....	10 —
Vers de terre.....	100 —
Algues.....	55 —
Champignons inférieurs.....	1 130 —

Ces 1 720 kg de matière vivante, en état de transformation incessante, constituent, au cours des siècles, l'agent de fixation dans le sol minéral de ces produits organiques, carbonés et azotés, dont l'ensemble forme l'humus ; si on fait le compte de ces résidus organiques, on arrive au total impressionnant de 140 000 kg par hectare de prairie.

Les techniques pédologiques

Le pédologue est, d'abord, itinérant ; car son but final est de dresser la carte du sol, comme le géologue a établi celle du sous-sol. Il utilisera toutes les coupures naturelles ou artificielles du sol, tranchées de chemin de fer et de routes, fossés d'irrigation, forages et puits. Mais, comme ces renseignements ne sauraient lui suffire, il devra prélever des échantillons, en coupe verticale, jusqu'à une profondeur variable avec celle de la roche-mère ; les pédologues utilisent à cet effet une sorte de boîte rectangulaire à bords coupants, qu'ils font pénétrer dans la terre à coups de marteau ; ils détachent ainsi une « carotte », qui sera ensuite transportée au laboratoire et soumise à une série d'études. Ces études sont *morphologiques, physiques, chimiques et biologiques*.

Les études morphologiques ont pour but, et pour effet, de déterminer la structure générale du sol et la répartition des éléments qui le composent ; elles peuvent être conduites par examen à la loupe et par lixiviation ; un des meilleurs procédés qu'on puisse

mettre en œuvre est la microphotographie : la figure 2 représente, par exemple, une coupe de la couche noire superficielle prélevée à Pierreton, dans laquelle on reconnaît en *A* des grains de quartz, en *B* du feldspath, en *C* de l'hydrate de fer brun, enfin en *D* de l'humus organique accumulé entre les grains de quartz.

Dans l'étude physique du sol, il y aurait

lieu de distinguer entre les éléments solides, liquides et gazeux qui le constituent ; l'état de l'atmosphère intérieure donnerait sans doute des résultats intéressants, mais les pédologues se sont limités au contenu liquide, constitué par l'eau d'imbibition et de constitution, plus ou moins chargée de sels dissous, et surtout aux constituants solides. Parmi ceux-ci, on différenciera d'abord les matières minérales et organiques ; ces dernières, qui constituent l'humus, sont formées d'albumines, d'hydrates de carbone et de sels organiques variés. Quant aux éléments minéraux, originaires de la roche-mère, on est assez bien renseigné sur leur compte par les procédés d'analyse thermique, qui



FIG. 2. — COUPE DE LA COUCHE NOIRE SUPERFICIELLE PRÉLEVÉE A PIERRETON (DOMAINE DE BRAY, A 20 KM AU SUD-OUEST DE BORDEAUX)

A, quartz ; B, feldspath ; l'hydrate de fer brun C est concentré entre les grains de sable ; la matière organique D s'accumule comme le fer autour des grains de quartz et dans les interstices.

constituent une des originalités de la technique pédologique : ils consistent à soumettre l'échantillon *E*, préalablement desséché, du sol à l'échauffement progressif d'un four électrique *F* (fig. 3), et à enregistrer, à l'aide d'un couple thermoélectrique *T* relié à un galvanomètre *G*, la différence entre la température du four et celle de l'échantillon ; on obtient ainsi des courbes montrant tantôt un dégagement de chaleur (en *A*), tantôt une absorption (en *B*) qu'il est possible d'interpréter, et qui fournissent d'utiles indications sur l'état du complexe minéral mis en expérience. Mais le rôle prédominant, dans les propriétés du sol, appartient, sans

conteste, à sa *partie colloïdale* ; les colloïdes sont les véritables courtiers entre le règne minéral et le règne vivant ; par suite, les échanges seront d'autant plus actifs que la proportion de ces colloïdes sera plus élevée : tels sont les résultats qu'ont mis en évidence les travaux du professeur Gedroitz. Les granules colloïdaux contenus dans le sol ont des dimensions comprises entre 1 et 100 millionnièmes de millimètre ; leur surface est donc considérable par rapport à leur volume, et on peut admettre qu'en moyenne 1 gramme de matière colloïdale représente une surface développée voisine de 100 m² ; ceci explique l'activité des échanges, qui s'effectuent nécessairement par les surfaces.

Les colloïdes du sol sont constitués principalement de silice, d'alumine, d'oxydes de fer, combinés entre eux ou avec divers acides organiques ; ils sont, en général, électrisés négativement, c'est-à-dire qu'ils peuvent être coagulés par les électrolytes dont la dissociation libère des ions positifs, tandis que les charges négatives les maintiennent séparés et constituent, par conséquent, des facteurs stabilisateurs du sol ; Gedroitz et les pédologues de son école ont édifié là-dessus des théories que je me borne à signaler ; mais le lecteur n'oubliera pas, car ce résultat d'expérience dépasse toutes les hypothèses, que l'activité d'un sol sableux, contenant seulement 1 % de colloïdes, sera très médiocre, tandis que les tchernozems des plaines russes, dont la teneur en colloïdes monte jusqu'à 50 %, se montrent d'une fécondité admirable.

Je n'indiquerai que pour mémoire les analyses chimiques auxquelles sont soumis, au laboratoire, les échantillons rapportés par le pédologue ; les dosages sont effectués par les méthodes courantes de la chimie.

Enfin, toutes les recherches se complètent par l'examen biologique des éléments vivants dont j'ai déjà souligné l'importance, et dont l'ensemble a reçu le nom d'*édaphone*.

Et voici quelques résultats

La pédologie est une science jeune. Si elle a défini son but et sa technique, elle n'a pas aussi solidement assis ses résultats ; pour

dresser une carte pédologique des divers pays, elle doit d'abord établir une classification rationnelle des sols.

Celle qu'elle envisage actuellement les partage en deux grandes catégories, les terrains *zonaux* et *azonaux*. Les premiers sont distribués, comme leur nom l'indique, en larges bandes parallèles à l'Equateur ; et cette répartition suffit à marquer que le facteur prépondérant dans leur formation est non la roche-mère, mais le climat. Au contraire, les terrains *azonaux*, plus irrégulièrement distribués, dépendent du sous-sol plus que des facteurs climatiques ; leur nature sera différente selon qu'ils reposent sur le limon des plateaux, sur les calcaires ou les dolomies, les granites ou les schistes ;

et comme le climat agit, à son tour, on est amené à établir, dans cette deuxième catégorie, un grand nombre de sous-types, dont l'étude ne saurait intéresser que les professionnels.

Au contraire, les terrains *zonaux* se prêtent à une classification plus générale, dont j'indiquerai seulement les

principaux types. Il y a d'abord les *terres podzoliques* (du mot russe « podzol », qui signifie « cendre »), qui se forment sous un climat froid et humide dans les régions septentrionales couvertes de forêts ou de prairies.

Puis viennent les *sols bruns*, qui correspondent à un climat plus tempéré et moins humide, entre les altitudes de 200 et 500 mètres ; ils couvrent la plaine allemande, le Danemark, une partie de l'Autriche, de la France et de l'Italie.

On peut distinguer encore les *sols gris*, typiques des régions sèches et chaudes, enfin les *sols rouges latéritiques*, formés sous les tropiques, dans les régions fortement irriguées par les eaux pluviales.

Ces classifications, fondées apparemment sur le caractère très secondaire de la couleur, rassemblent pourtant des sols dont les qualités agronomiques sont analogues ; c'est pour cette raison qu'en dehors de son intérêt purement scientifique, la pédologie fournit une assise solide aux applications agricoles.

L. HOULLEVIGUE.

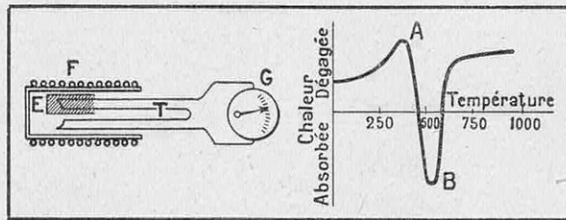


FIG. 3. — L'ANALYSE THERMIQUE D'UN SOL
L'échantillon E est chauffé au four électrique F, cependant qu'on mesure, à l'aide du couple thermoélectrique T, la différence de température entre le four et l'échantillon. La courbe ainsi tracée montre en A un dégagement, et en B une absorption de chaleur.

L'ERGOLOGIE, SCIENCE DU TRAVAIL PRODUCTIF

Par Charles BRACHET

Frederick-Winslow Taylor, ingénieur aux usines de Bethlehem, aux Etats-Unis, publia en 1911 ses Principes d'organisation scientifique des usines. Cet ouvrage rendit son nom universellement célèbre et marqua le début du mouvement général d'organisation industrielle dans le monde, qui, partant du « système Taylor », successivement amélioré et généralisé, s'efforce aujourd'hui de dégager les principes généraux de la sélection et de l'orientation professionnelle. Cette tâche ne serait-elle pas trop ambitieuse? Elle exige, en tout cas, pour les applications pratiques, une prudence extrême, car les erreurs dans ce domaine encore peu exploré risquent d'avoir les conséquences les plus graves et les plus durables, tant au point de vue individuel que social. L'adaptation de l'homme au travail et inversement du travail à l'homme, tel est le but que se propose cette science nouvelle encore dans l'enfance : l'Ergologie, la science du travail. Elle étudie l'influence sur le « rendement humain » — en prenant sur ce terme dans son sens le plus général — des facteurs les plus divers, faisant entrer en ligne de compte non seulement les qualités individuelles des travailleurs, mais aussi les conditions techniques et matérielles du travail, sans oublier le rôle — si souvent méconnu — du facteur social. On voit que l'Ergologie déborde largement les cadres étroits où se sont tenues jusqu'ici la psychotechnique (1) et la rationalisation, faisant appel à la collaboration étroite de la physiologie, de la psychologie et de la sociologie. Elle ne se contente pas de viser uniquement, comme le faisait Taylor, la seule productivité matérielle du travail de l'ouvrier, mais elle envisage, en outre, l'ensemble du développement rationnel, physique et moral des travailleurs de toutes catégories, c'est-à-dire, en définitive, de la « société » tout entière dont ils constituent les éléments actifs.

L'ESSOR de la « psychotechnique », de la science qui analyse les facultés de l'ouvrier au travail, ne date que d'après la guerre. Bien qu'elle soit l'aboutissement logique de ce mouvement général d'organisation industrielle qui débuta en Amérique par l'œuvre, déjà ancienne, de Frederick-Winslow Taylor, on peut dire, avec M. José Drabs, directeur du laboratoire d'Ergologie de Bruxelles, que la psychotechnique est « encore en pleine constitution ». Et déjà (nous venons d'écrire le mot), l'Ergologie, science générale du travail, la domine, l'englobe. Si elle en demeure la base, la psychotechnique n'est plus toute la science du travail.

Dans nos précédents articles (2), nous avons décrit quelques-uns des procédés qu'utilisent, ou qu'utilisaient, les psychotechniciens. Très ingénieux, mais empiriques, comme il arrive toujours au début d'une science, ces procédés ne cessent d'être variés, perfectionnés, complétés, rationalisés. De ce progrès continu est née, précisément, l'Ergologie, dont on peut dire qu'elle étudie

désormais les conditions optima du travail, non seulement en vue de son rendement matériel (point de départ du système Taylor), mais en tenant compte de l'intérêt physique et moral de l'ouvrier, — plus généralement de « l'homme qui travaille », c'est-à-dire des membres actifs de toute société normale. Ainsi, les procédés psychotechniques, visant plus haut que le geste mécanique du travailleur, tentent aujourd'hui d'atteindre à l'analyse bienfaisante de sa personne, en vue de la sélection et de l'orientation professionnelles. Or, il se trouve que, par cette méthode supérieure, l'Ergologie touche encore mieux que Taylor le but immédiat que se proposait le célèbre initiateur américain dans son système brut : le rendement général est d'autant meilleur que le « matériel humain » — terme affreux, mais indispensable à la compréhension stricte du problème industriel — se trouve ménagé et perfectionné pour lui-même.

L'Ergologie eut comme initiateurs, en ces dernières années, des médecins, des biologistes ; le contraire nous étonnerait, après la définition que nous venons d'en donner. Ce furent, notamment : le docteur Paul Sollier,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 135, page 187.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 154, page 321.

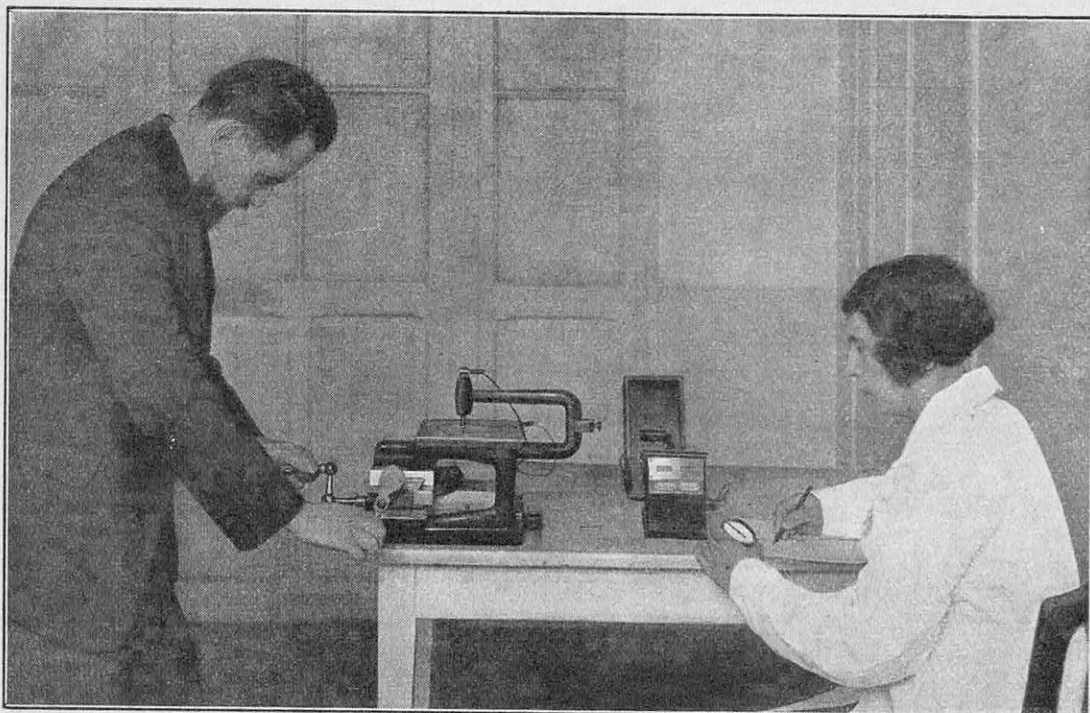


FIG. 1. — ÉPREUVE D'ATTENTION DANS LA MANŒUVRE

Un circuit isolé électriquement étant tracé sur un plan métallique, il s'agit (au moyen des deux mouvements simultanés de la main droite et de la gauche appliqués à deux manivelles à vis) de faire parcourir ce circuit à un stylet électrisé. Chaque fois que ce stylet sort de la ligne, une sonnerie marque la faute.

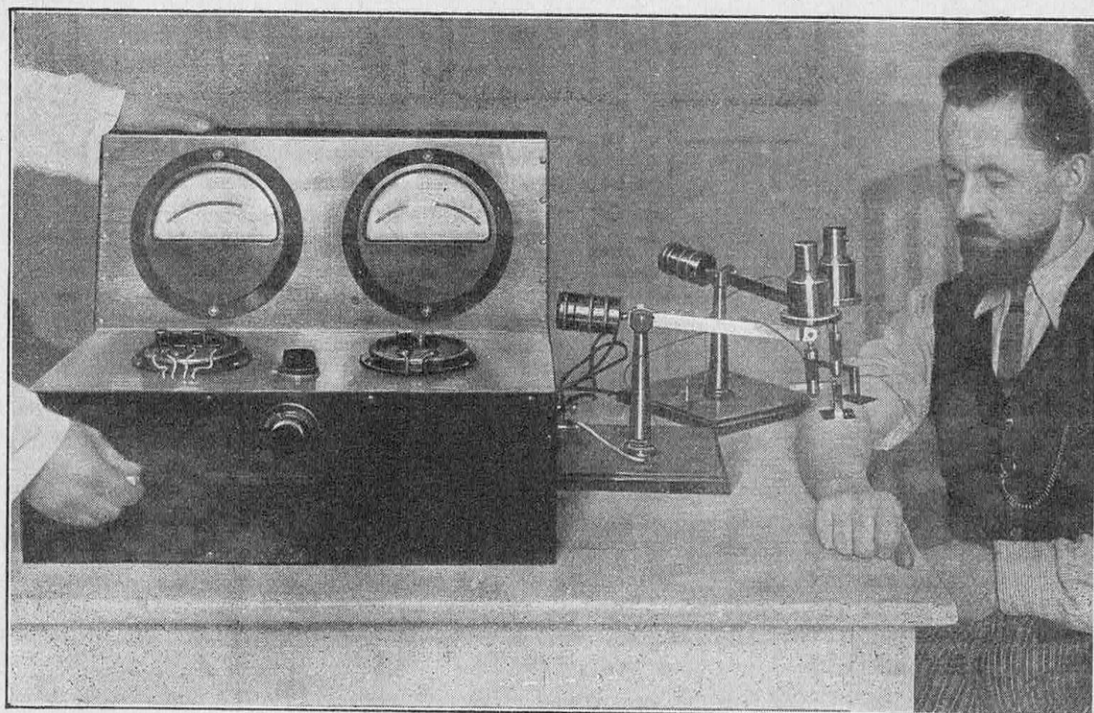


FIG. 2. — MESURE DE LA RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE DE L'ÉPIDERME D'UN OUVRIER
Cette résistance constitue un coefficient important contre le danger d'électrocution.

fondateur de l'École d'Ergologie de Bruxelles; le professeur Pende, créateur de l'Institut biotypologique de Gênes; le docteur Henri Laugier, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers de Paris, directeur du nouveau *Laboratoire du Travail* des Chemins de fer de l'Etat, que l'on peut considérer comme la première application pratique (et, pour cela même, nécessairement limitée) de la science ergologique en France.

Les « caractéristiques physiologiques » du travailleur ne sont jamais évidentes. Leur recherche

Le travail humain devient *de moins en moins manuel* et, par contre, *de plus en plus*

vaux. Cette inaptitude est généralement facile à mettre en évidence dans les cas les plus sommaires, intéressant la force physique, le bon fonctionnement des sens (vue, audition), pris dans les limites courantes de sensibilité (1). Elle est plus malaisée à déceler à mesure que s'élève la qualité psychologique du travail : quelles seront, par exemple, sur le travail prolongé d'un conducteur de trains, les conséquences de certaine insuffisance cardiaque, totalement imperceptible à l'auscultation habituelle, et que décèle seulement un appareil très sensible, l'*électrocardiographe*? Ces conséquences peuvent être graves, nous le verrons.

Pour l'ergologiste, il n'est aucune démar-

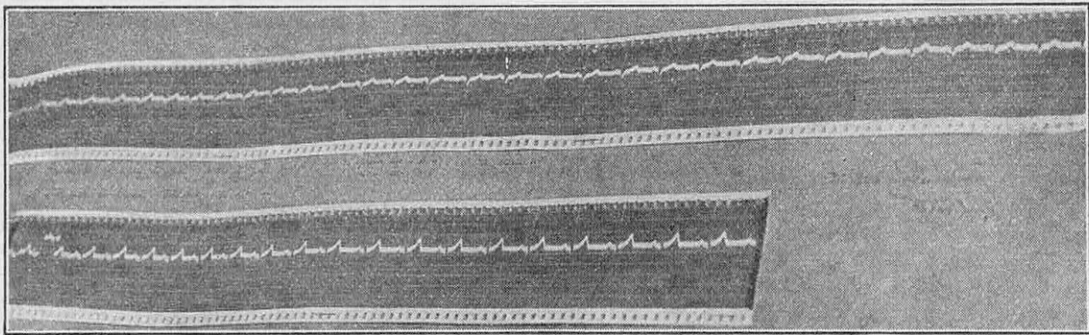


FIG. 3. — EXTRAIT DE L'ALBUM DES ÉLECTROCARDIOGRAMMES DU LABORATOIRE DU TRAVAIL
Les deux courbes se rapportent chacune à un sujet différent et se différencient très nettement. Celle du bas marque en particulier, à son extrémité gauche, le choc émotif reçu par le sujet.

intelligent. Le geste d'un aiguilleur abaissant une légère manette dans sa cabine et celui du comptable maniant son stylo (ou une machine à calculer) sont d'une importance capitale, bien que n'exigeant aucun effort physique, — et tous deux sont, d'ailleurs, contrôlés automatiquement par des « verrouillages » ou des « balances » qui éliminent l'erreur, sans, pour cela, en garantir le rendement. Le conducteur d'un véhicule de fort tonnage ou de grande vitesse, comme celui d'une machine-outil importante, ont, tout de même, une valeur beaucoup plus *psychologique* que *manuelle*. D'autre part, l'adresse et l'habileté de l'immense majorité des travailleurs réellement « manuels » les valorisent beaucoup plus que leurs forces physiques. Cependant, tout travailleur est d'abord un « moteur » vivant. Ses facultés psychologiques sont subordonnées à ses caractères biologiques : sans être malades, les hommes « normaux » diffèrent extrêmement aux yeux du médecin. Il est des individus *médicalement* inaptes à certains tra-

vaux. Cette inaptitude est généralement facile à mettre en évidence dans les cas les plus sommaires, intéressant la force physique, le bon fonctionnement des sens (vue, audition), pris dans les limites courantes de sensibilité (1). Elle est plus malaisée à déceler à mesure que s'élève la qualité psychologique du travail : quelles seront, par exemple, sur le travail prolongé d'un conducteur de trains, les conséquences de certaine insuffisance cardiaque, totalement imperceptible à l'auscultation habituelle, et que décèle seulement un appareil très sensible, l'*électrocardiographe*? Ces conséquences peuvent être graves, nous le verrons.

C'est pourquoi, au « Laboratoire du Travail », où les Chemins de fer de l'Etat examinent les candidats cheminots et surveillent les agents en exercice, le docteur Henri Laugier a instauré une série d'épreuves spécialement physiologiques. On étudie la tension artérielle, la fréquence du pouls, la forme des ondes cardiaques des sujets examinés. Si les crédits le permettaient, le docteur Henri

(1) Limites qui, grâce au calcul des probabilités, servent précisément d'*étalon*, dans tous les ordres, aux mesures des psychotechniciens.

Laugier voudrait ajouter à ces informations les caractéristiques individuelles concernant le fonctionnement des glandes, le « groupe sanguin », selon Landsteiner (1), etc...

Donnons un exemple du retentissement que la physiologie individuelle peut avoir sur le travail d'un individu.

Voici un élève de l'Ecole de « Conducteurs d'automobiles », soumis à l'examen de l'électrocardiogramme (2). La courbe très circonstanciée de ses battements cardiaques s'inscrit sur le film enregistreur. Brusquement (c'est dans le programme de l'épreuve), un coup de klakson intense retentit. Le candidat conducteur s'attend probablement à ce « choc émotif ». Il ne bronche pas. Mais l'« électrocardiogramme » décèle l'effort qu'il a dû déployer pour ne pas sursauter. Il marque, naturellement, le choc émotif dû au coup de klakson : rares sont les sujets qui ne l'accusent pas. Mais, surtout, l'électrocardiogramme indique *le temps nécessaire au sujet pour retrouver son rythme cardiaque normal*.

Il est évident que, de deux sujets dont aucun n'a manifesté de réaction perceptible au choc auditif, celui dont le cœur a été « déréglé » est moins qualifié que l'autre pour s'exposer aux coups de surprise : en service courant, celui-ci est moins sûr que celui-là. D'autant plus que la fatigue ainsi que l'âge accentuent la déficience.

Si l'examen des facteurs physiologiques de l'individu descend aujourd'hui aussi profondément que nous venons de l'indiquer, il est inutile de rappeler que cet examen comporte l'évaluation des facteurs classiques : la *force*, l'*endurance*... La *capacité pulmonaire*, qui se mesure au « spiromètre », est d'une importance toute particulière : un effort qui se prolonge tend à rendre *positive* la pression interne du thorax, laquelle est, en temps normal, *negative* (préparant l'aspiration). Or, la pression positive exagérée peut entraîner l'hémorragie pulmonaire, l'emphysème, la hernie.

Le *métabolisme* (activité des échanges respiratoires) à l'état de repos et durant le tra-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 193, page 34.

(2) Cet appareil est fondé sur l'enregistrement des courants électriques créés par les contractions du cœur. Le sujet étant en repos absolu sur sa chaise (afin qu'aucune contraction musculaire de ses membres ne déclenche de courants parasites), on lui fixe aux poignets des électrodes humides qui captent, en conséquence, les seuls courants provenant du muscle cardiaque — le seul qui travaille. Ces courants, extrêmement faibles on le conçoit, sont amplifiés et inscrivent leur variation d'intensité, optiquement, sur une bande de papier sensible ; la courbe inscrite donne l'image fidèle des moindres particu-

vail est également d'une importance capitale : on a des appareils capables de mesurer ce métabolisme de l'ouvrier au travail.

L'examen des organes moteurs et sensoriels, la constatation de l'intégrité de ceux-ci chez un sujet, la mesure de leur acuité (auditive, visuelle, tactile) et du « seuil de perception » (minimum d'excitation nécessaire à l'éveil de la sensation), sont des données élémentaires dont nous avons exposé les méthodes de prélèvement dans nos précédents articles. Nous n'y reviendrons pas (1).

Le Laboratoire du Travail des Chemins de fer de l'Etat va jusqu'à mesurer la résistivité électrique de l'épiderme chez les agents destinés au travail des lignes électrifiées.

L'« intelligence technique »

C'est à l'intelligence des techniciens (celle qui *touche* et qui *fait*) que s'adresse le psychotechnicien : celui-ci pose à son sujet des problèmes concrets.

Ces problèmes consistent d'abord dans des énoncés visuels d'agencements géométriques et mécaniques. Le jeu de « patience » ou de *puzzle*, comme disent les Anglais, représenterait assez bien les problèmes d'assemblage de surfaces découpées d'avance qu'il s'agit de reconstituer, — à cette différence que le sujet n'a pas à manier des morceaux de carton effectivement découpés : il ne dispose que de leurs figures géométriques au recto d'une feuille. Sa réponse étant indiquée, la solution, toujours purement géométrique, est au verso. De même, des systèmes d'engrenages, de poulies et de leviers, simplement schématisés, doivent permettre au sujet de prévoir et d'indiquer très rapidement comment tourne la dernière roue du système, quand on met la dernière en rotation dans un sens déterminé. Les problèmes de ce stade ne sont, il est vrai, qu'*imaginés*, dans leur énoncé comme dans leur solution.

Traités par le jugement et le coup d'œil, c'est-à-dire par l'intuition géométrique ou mécanique, ils sont moins abstraits que s'ils l'étaient par le raisonnement et le compas. En ce sens, la solution de tels problèmes

larités des battements du cœur. Aucun cœur humain ne bat de la même manière, et chacun donne un graphique particulier (« électrocardiogramme »), qu'influencent les chocs émotifs, les efforts de l'attention, etc...

(1) Rappelons que le *temps de réaction* (moyen) des perceptions tactiles et auditives est de 14 centièmes de seconde ; celui des perceptions visuelles : 15 centièmes. Le seuil de perception tactile est, d'autre part, si faible que le doigt peut apprécier des rugosités de l'ordre du centième de millimètre. C'est au toucher que se vérifient, en dernier lieu, les surfaces des miroirs et des lentilles astronomiques.

annonce l' « intelligence technique ». Mais la manipulation réelle d'objets, dont il faut comprendre la fonction et qu'il faut monter dans le minimum de temps, confirme cette intelligence. Des boîtes sont disposées à cet effet, qui contiennent chacune un problème de ce genre : c'est-à-dire les pièces détachées d'un organe mécanique donné. Une série de boîtes classe les problèmes suivant la difficulté croissante. Depuis l'instant où l'examiné ouvre la boîte jusqu'à celui où

à gauche et l'autre d'avant en arrière *une plaque de cuivre* sur laquelle est dessiné un *circuit compliqué*, isolé au vernis. Un stylet électrique doit suivre le tracé. Si le mouvement de la plaque, assuré simultanément par les deux mains, n'est pas rigoureusement ordonné, le stylet glisse hors du chemin qu'il s'agit de suivre, et une sonnerie retentit, tandis que l'erreur s'enregistre, avec sa durée.

Ajoutez à ces épreuves celles qui consistent à voir s'ouvrir, pendant un temps

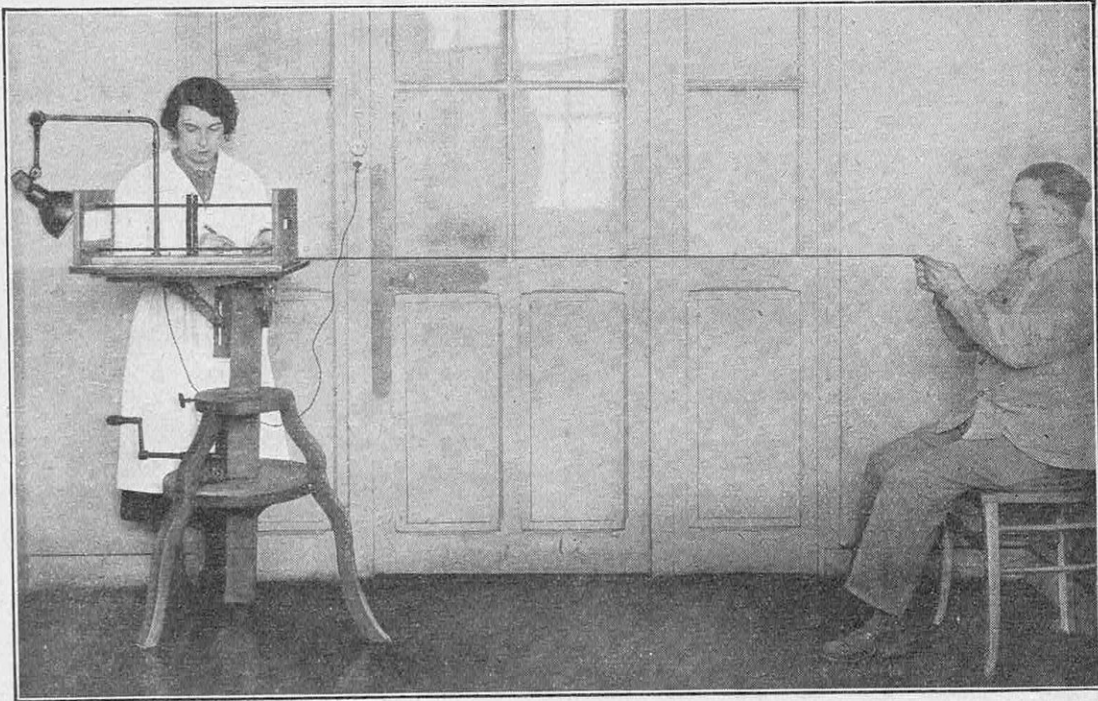


FIG. 4. — ÉPREUVE DE L'APPRECIATION DU RELIEF

Le sujet examiné manœuvre à distance un chariot porteur de deux fils verticaux qu'il s'agit d'amener au niveau de deux autres fils fixes. Si le sujet n'y parvient pas, c'est qu'il apprécie mal les distances.

le problème est résolu, le temps qui s'écoule marque *ipso facto* la note méritée par le candidat. Ici, l'habileté manuelle est venue doubler l'intelligence technique abstraite.

Le simple « montage » laisse libres les mouvements du sujet. On peut donc éprouver encore plus précisément la valeur de ses gestes, toujours au service de l'intelligence technique, en lui offrant des problèmes « mouvants », par exemple le « pointage » de trous diversement placés sur un ruban qui se déroule à vitesse connue. Les réussites et les erreurs s'inscrivent automatiquement, par contacts électriques.

On peut enfin offrir à l'examiné des problèmes de coordination des mouvements de ses deux mains ; l'une fait mouvoir de droite

très court, une boîte dont le couvercle porte un numéro sur sa face interne, à retenir ce numéro, puis à se le rappeler au cours d'un classement de fiches numérotées dans les boîtes correspondantes, et vous voyez que l'arithmétique est traitée comme la géométrie et la mécanique ; la mémoire des nombres, l'intuition des formes, la coordination des mouvements constituent donc le cycle complet sur lequel s'étalonne l' « intelligence technique ». Elle ne diffère pas, dans ses objets, de l'intelligence scientifique la plus abstraite.

Tests psycho-professionnels

Ayant évalué l'homme dans sa physiologie et dans son intelligence, le psychotechnicien

pousse plus loin son examen, dès que l'homme est entré dans un métier donné. Et nous voici en présence des expériences ou « tests » professionnels, spécialement combinés en vue soit d'*analyser* les qualités requises pour l'exercice du métier étudié, soit de reconstituer *synthétiquement*, d'aussi près que possible, les conditions de travail dudit métier.

Ces derniers « tests » — appelés « synthétiques » par le docteur Sollier, ou tests « de réalité », comme les nomment d'autres psychotechniciens — peuvent revêtir trois formes :

1° *Les tests-répliques*, qui représentent le travail professionnel en miniature. C'est

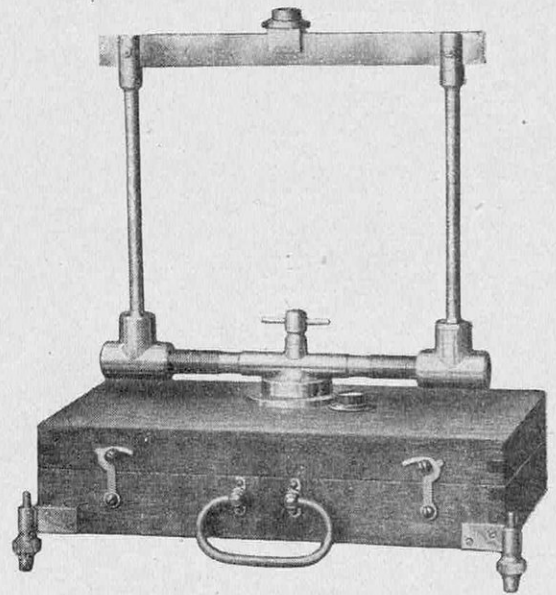
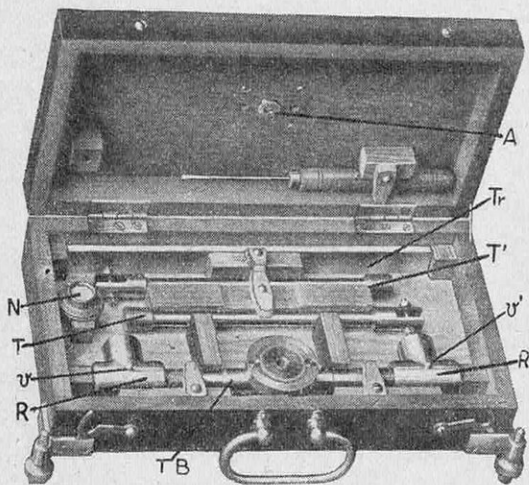


FIG. 5. — LE « SYNARGON » DE SOLLIER ET DRABS

A gauche, l'appareil en pièces détachées dans sa boîte. A droite, l'appareil monté. — Le problème consiste à effectuer le montage dans un minimum de temps avec un maximum de précision. (A, Tr, T', v', R', N, T, v, R, TB, différentes pièces détachées de l'appareil à monter.)

ainsi qu'au Laboratoire du Travail des Chemins de fer de l'Etat on trouve une « cabine » d'aiguillage comportant les manettes, combinaisons, verrouillages et tableaux lumineux d'une cabine réelle. Des compteurs et chronographes notent automatiquement les erreurs commises. Des dispositifs spéciaux dus à M^{lle} Weinberg, chef de laboratoire, permettent de présenter au sujet des conditions de *désarroi* particulièrement délicates.

2° *Les tests mimétiques*, qui reproduisent les conditions du travail professionnel : ce sont là de véritables essais contrôlés ;

3° *Les tests analogiques*, dans lesquels le travail professionnel n'est représenté que schématiquement. C'est ainsi que l'on fait manœuvrer un candidat-wattman sur une plate-forme de tramway comportant tous les appareils réels — mais immobile.

Et nous touchons ici à l'insuffisance de ces épreuves : elles ne fournissent d'indications que sur le résultat global du travail ou sur les fautes qui s'y commettent, « mais non sur *les causes* qui les produisent, *ce qui est cependant l'essentiel* », observent le docteur Sollier et son collaborateur, M. José Drabs. Ces tests sont mieux faits pour l'entraînement et l'apprentissage contrôlé que pour la connaissance des hommes. En vain essaye-t-on de les perfectionner : on projette, par exemple, sur un écran placé devant le wattman, un film représentant la vie réelle

de la rue. Ce film a été pris à l'avant d'un tramway réel, cheminant dans les conditions normales. Mais le sujet examiné ne saurait être dupe à aucun instant : son intelligence technique ne travaille nullement dans les conditions de la réalité. L'émotion n'y est pas.

La mise en scène ne vaut rien à la psychotechnique. Aussi bien, ce sont les tests professionnels *analytiques* qui permettent de déceler chez un sujet les fonctions et qualités entrant en jeu dans le travail considéré. C'est ainsi qu'au Laboratoire du Travail des Chemins de fer de l'Etat on place le sujet devant un tableau de signaux lumineux, en lui demandant de réagir, par certaine manœuvre, aux significations conventionnelles des lumières. C'est là un excellent test analytique professionnel, mais rares sont les professions qui permettent d'en établir

d'aussi clairs. En réalité, la création de ces tests, qui est un chapitre important de la psychotechnique, sert à classer les psychotechniciens eux-mêmes suivant leur science et leur imagination.

Les profils biotypologiques et la sélection professionnelle

Les tests étant passés, comment utilise-t-on les mesures qu'ils peuvent fournir ?

C'est ici qu'intervient la statistique. Quel que soit le renseignement recueilli, il est relatif et ne peut servir qu'à comparer les sujets entre eux. L'étalon sera donc le sujet « moyen ». Les courbes « en ogive », bien connues des statisticiens, permettent de fixer cet étalon.

Dès lors, il devient possible de fixer la position de chaque sujet, relativement à l'étalon, sur un graphique dont l'ensemble, comprenant tous les tests jugés indispensables, formera le « profil » de chaque individu examiné (voir fig. 6 et 8).

La signification de ces courbes dépend évidemment des tests qui ont servi à les établir. Si les tests sont d'un ordre général, ils caractérisent seulement la « biotypologie » de l'individu. Si les tests ont été groupés en vue de l'exercice d'un métier, le « profil » obtenu caractérise l'individu du point de vue de la sélection professionnelle ; ce sont de tels profils que le Laboratoire du Travail des Chemins de fer de l'Etat établit pour les candidats « apprentis ». Ce même laboratoire perfectionne ces profils et les tient à jour pour les spécialistes entrés en fonction

(aiguilleurs, mécaniciens...). La sélection professionnelle se précise de la sorte.

La psychotechnique précise, en effet, ses données utiles en raison du degré de spécialisation acquis par le sujet examiné. Aussi bien, si on applique les procédés psychotechniques à l'enfant pris à l'école primaire, en vue de l'orienter dans le choix d'un métier (orientation professionnelle), ces procédés perdent énormément de leur valeur

pratique. Les tests applicables à l'enfant ne sont pas les mêmes que pour l'adulte. Et fût-il le même, un test ne donnera pas la même note d'examen au sujet enfant et à ce même sujet devenu adulte.

En d'autres termes, l'orientation professionnelle recherche des « aptitudes » qui échappent à la mesure, tandis que la sélection professionnelle recherche et décèle non des qualités problématiques en voie d'évolution, mais des « capacités », c'est-à-dire des qualités constituées, fixées

dans un état « présent » et non plus « virtuel ». C'est pourquoi la psychotechnique, base scientifique de l'Ergologie, a pris naissance dans le besoin pratique, immédiat qu'ont éprouvé les grandes entreprises industrielles de sélectionner leurs agents et d'harmoniser leurs capacités avec les nécessités du travail.

L'orientation professionnelle, si jamais elle découvre des méthodes assez sûres, ne sera que le couronnement de l'Ergologie. La science du travail ne pouvait naître qu'à l'usine. C'est en se développant et se perfectionnant qu'elle remontera peut-être un jour jusqu'à l'école. Elle n'en est pas là, et rien

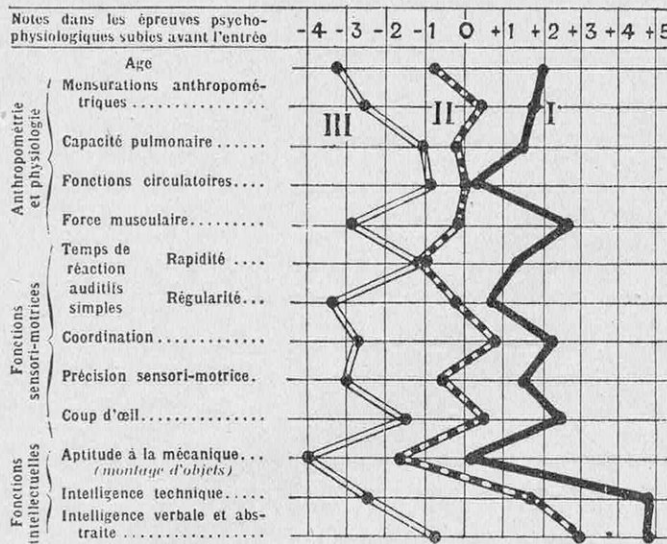


FIG. 6. — SÉLECTION DES APPRENTIS

Les « profils » biotypologiques « moyens » représentés ici constituent des courbes essentiellement « statistiques ». Pour chaque « test » (indiqué à gauche), on établit la répartition des résultats sur des divisions statistiques appelées « déciles ». Ces divisions s'échelonnent en dessous et en dessus d'un « point moyen » formant l'origine zéro. Ici, sur trente-neuf apprentis, les dix meilleurs donnent ensemble le profil biotypologique moyen I. Les dix-neuf apprentis formant la classe moyenne donnent ensemble le profil moyen II. Les dix plus mauvais (éliminés) donnent ensemble le profil III. — Ce tableau est très instructif parce qu'il permet de comparer les valeurs relatives des tests. C'est en « intelligence technique » que l'écart entre les apprentis qui échouent et ceux qui réussissent est particulièrement important.

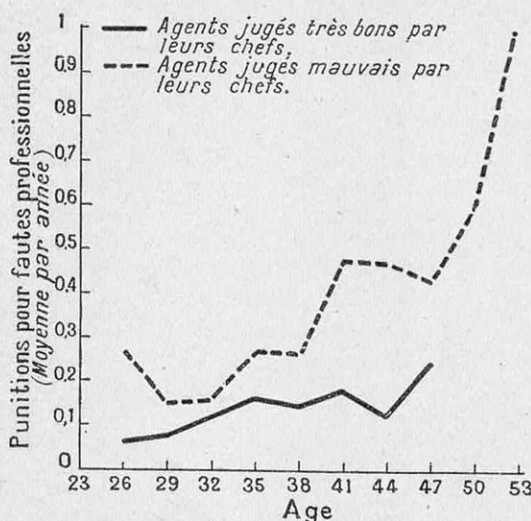


FIG. 7. — MOYENNE ANNUELLE DES AMENDES OU PUNITIONS ENCOURUES PAR LES AGENTS, EN FONCTION DE L'ÂGE

On remarque que les agents jugés « bons » par leurs chefs aggravent moins que les autres, en vieillissant, le pourcentage de leurs punitions.

ne serait plus tyrannique, à l'heure présente, que d'imposer à des enfants de douze ans une « orientation » en vertu des qualités constatées ou mesurées sur eux. Beethoven enfant était si peu enclin à la musique que son père le battait pour l'asseoir au tabouret de son clavecin. Heureusement, aucun « orienteur » professionnel n'est passé dans cette famille au moment de ces scènes pénibles dans lesquelles s'orientait un « génie ».

Les accidents ne sont pas « accidentels ». La psychotechnique les détourne

Par contre, la sélection professionnelle fournit, d'ores et déjà, des résultats remarquables, que M. Pierre Lévy, ingénieur en chef adjoint à la direction des Chemins de fer de l'Etat, mettait en évidence dans une conférence récemment donnée au Conservatoire des Arts et Métiers. Alors que le nombre des autobus et tramways de Paris augmentait de 34 %, de 1923 à 1932, et que les chances d'accidents croissaient, de leur côté, avec le nombre d'automobiles mises en circulation, le nombre des acci-

dents occasionnés par les conducteurs diminuait de 33 %.

En 1932, le nombre de kilomètres parcourus par un conducteur avant de causer un accident est trois fois et demie ce qu'il était en 1923.

Alors que 105 000 voyageurs étaient transportés entre deux accidents consécutifs en 1923, ce nombre est monté à 464 000 en 1933.

Cette amélioration sensationnelle est due à l'intervention de la psychotechnique dans la sélection des agents par les laboratoires de la S. T. C. R. P., confiés à la direction de M. Lahy. La sélection professionnelle ainsi pratiquée s'est montrée tellement efficace que les apprentis éliminés au cours de l'instruction n'ont plus été que 3 % de leur nombre total, au lieu de 20 % qu'il fallait rejeter auparavant.

Le Laboratoire du Travail des Chemins de fer de l'Etat permet d'entrer plus profondément encore dans cette analyse de l'évolution des accidents. Cent vingt ouvriers spécialisés (monteurs), travaillant dans le

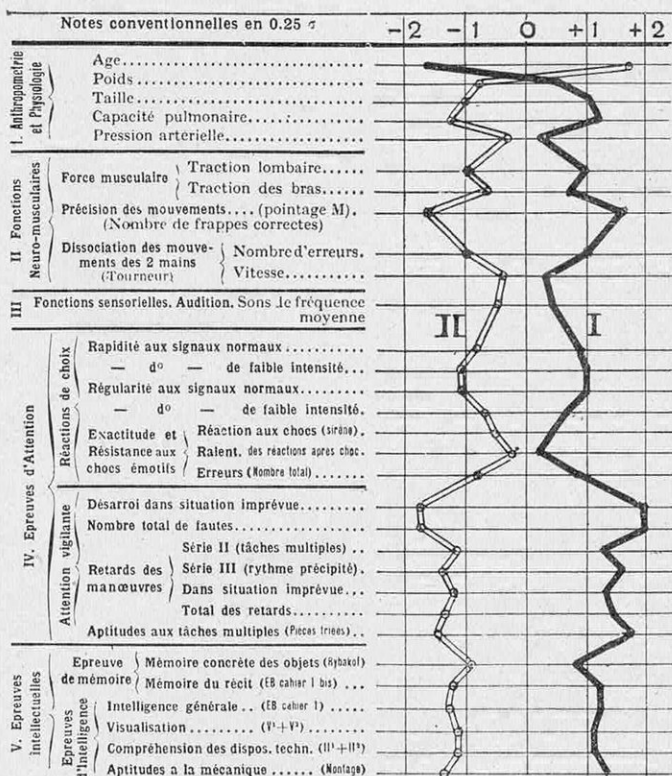


FIG. 8. — PROFILS BIOTYPOLOGIQUES MOYENS DES « BONS » ET DES « MAUVAIS » AIGUILLEURS

On voit que les « bons » sont supérieurs en tout aux « mauvais ». On aperçoit aussi que l'écart le plus grand se dénote dans l'épreuve de « désarroi sur situation imprévue », tandis que le moindre écart se situe sur la « résistance aux chocs émotifs ».

même atelier et dans les mêmes conditions, ont été divisés en quatre groupes, par ordre croissant du nombre d'accidents qui leur sont arrivés de 1924 à 1928. Puis on a observé ces mêmes ouvriers dans les quatre années suivantes : 1929-1932. Les accidents qui leur sont arrivés ont confirmé la classification précédente : le groupe I a révélé une moyenne de 1,4 accidents; dans le groupe II, les accidentés ont abouti à la moyenne 2,6; le groupe III s'est caractérisé par la moyenne 4,8, et le groupe IV par la moyenne 9,2. Ce sont donc toujours les mêmes qui se blessent en travaillant. Ce sont aussi les mêmes qui laissent arriver les catastrophes intéressant le public.

Actuellement, le Laboratoire entreprend de déceler la corrélation détaillée qui peut relier le classement psychotechnique et le classement d'après les résultats réels, en service. D'ici quelques années, on peut donc espérer vérifier autrement que par les résultats bruts la valeur pratique de l'Ergologie appliquée.

Une remarque très importante peut être faite dès maintenant. Si l'on prend deux « profils » ergologiques se rapportant : l'un à un aiguilleur reconnu bon dans son service réel, et l'autre à un aiguilleur reconnu nettement inférieur à son collègue, on constate (d'après les graphiques ci-joints) que, dans aucun test, le « bon aiguilleur » n'est inférieur au « mauvais aiguilleur ». Toutes les capacités sont inférieures chez celui-ci. Sur aucun point, les « profils » ergologiques ne se chevauchent. Tout au plus arrivent-ils à se rapprocher de très près dans certains tests, comme, par exemple, la « dissociation des mouvements des deux mains » ou la « réaction au choc émotif ». Naturellement, du point de vue de la sélection professionnelle, ce sont les tests qui provoquent le plus d'écart entre le « bon » et le « moins bon » aiguilleur qui restent les plus intéressants : ce sont là les examens les plus probants.

Autre remarque essentielle : si le psychotechnicien compare, à plusieurs ans d'intervalle, le profil ergologique d'un travailleur, il observe que l'âge accentue ses défauts, s'il s'agit d'un travailleur médiocre, et ses

qualités, s'il s'agit d'un travailleur déjà caractérisé par un bon profil. Autrement dit, les bons « profils ergologiques » s'améliorent en vieillissant, tandis que les mauvais deviennent pires.

Cette dernière remarque souligne toute l'importance d'une bonne sélection professionnelle au départ.

Le sens humain de l'Ergologie et son immense avenir

Les premiers résultats incontestables de l'Ergologie ont été obtenus dans l'industrie des transports, parce que cette industrie utilise l'homme à l'état isolé; tout le long des 10 000 km de lignes que comporte le réseau de l'Etat, observe M. Pierre Lévy, on trouve des cantonniers groupés par six au plus, quelquefois par trois; des gardes-barrières et des sémaphoristes isolés; des agents de tournée, le plus souvent seuls; des aiguilleurs isolés commandant des manœuvres parfois complexes; des mécaniciens et des chauffeurs groupés par deux sur les machines; des conducteurs d'autorails isolés; des agents de trains et des visiteurs isolés, — les ateliers où l'on travaille en équipe sont plutôt l'exception dans l'industrie des transports. Dans aucune autre industrie, la valeur individuelle n'est autant mise

à l'épreuve. Et ceci montre combien la science rationnelle du travail élève la classe humaine de l'individu, — loin de le réduire, comme on l'a prétendu, au rôle d'un simple rouage fonctionnant automatiquement sur une chaîne de production inextinguible.

Même de ce dernier point de vue, qui est celui du « travail de force », du type célèbre : *chargeur de gueuses de fonte* de Taylor, ou encore celui du « travail automatique » de cet autre type de Taylor : *comptesse de billes de bicyclette*, l'Ergologie apporte de sérieuses améliorations au travail humain, non des aggravations.

L'étude de la fatigue et ses répercussions sur les accidents a montré, par exemple, qu'en introduisant une pause de dix minutes dans l'heure de travail des riveteurs, on obtient, sur quatre heures de travail, un

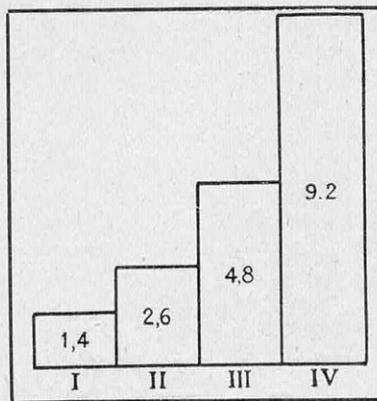


FIG. 9. — LES ACCIDENTS NE SONT PAS « ACCIDENTELS »

Cent vingt monteurs, travaillant tous dans le même atelier et dans les mêmes conditions, ont été classés en quatre groupes par ordre croissant du nombre d'accidents qui leur sont arrivés, en 1924-1928. En 1929-1932, le classement de ces quatre groupes se retrouve avec la proportion d'accidents représentée par les rectangles.

rendement supérieur — malgré les quarante minutes de repos. L'aération, l'éclairage, l'alimentation de l'équipe font également partie des études ergologiques. Bref, l'usine moderne semble de plus en plus appeler la surveillance de « médecins du travail », qui seront à l'armée des travailleurs ce que sont les médecins-majors à l'armée tout court — et cela dans l'intérêt de l'industriel autant que dans celui de l'ouvrier.

Quant à l'automatisme, nécessaire au travail à la chaîne (en attendant que la chaîne marche toute seule, comme il arrive déjà dans les usines américaines Smithson, qui fabriquent 2 millions de châssis avec 500 ouvriers surveillants), loin d'être une contrainte, il est une libération. Henry le Chatelier l'avait déjà pressenti à propos du système Taylor. Mais les travaux du docteur Sollier et de M. Drabs, créateurs d'un « automatographe », montrent que l'automatisme est une qualité à acquérir, dans certains cas, tout comme l'habileté manuelle ou l'intelligence technique. L'esprit de l'homme s'en trouve soulagé. Un ouvrier qui chante en travaillant est un bon ou-

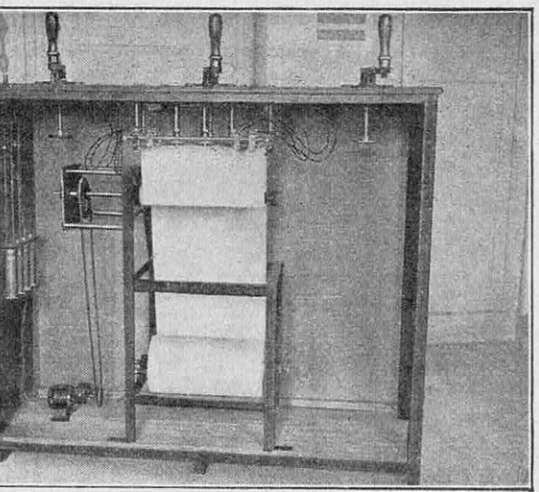


FIG. 11. — L' « AUTOMATOGRAPHE » SOLLIER-DRABS UTILISÉ A L'INSTITUT DE BRUXELLES

Dans cet appareil, la manette centrale, maniée par le sujet, est en liaison avec les autres que manipule l'examineur. Il s'agit ainsi d'une double commande. Mais l'examineur coupe brusquement la liaison ; le sujet doit réagir, marquer qu'il a perçu le « lâchage », tout comme si la direction, dans le cas d'un automobiliste, venait de se briser. Tantôt l'« automatisme » des gestes ainsi mis à nu est un défaut (cas des conducteurs), et tantôt une qualité (cas des ouvriers attachés à une tâche périodique).

vrier qui a conquis l'« automatisme » de la truelle ou du marteau, exactement comme le musicien a dû conquérir l'automatisme du clavier ou de l'archet avant de pouvoir se dire virtuose.

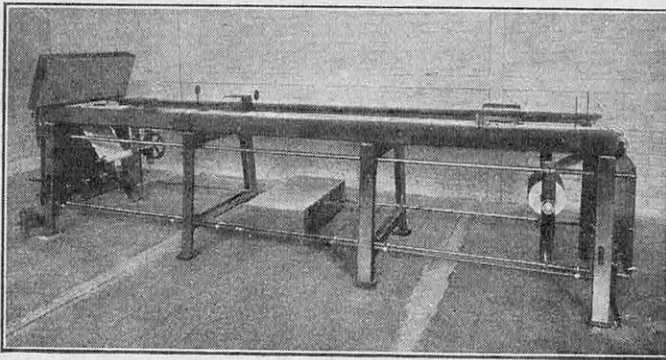


FIG. 10. — LE « TACHODOGRAPHE » UTILISÉ A L'INSTITUT D'ERGOLOGIE DE BRUXELLES

Des véhicules en miniature font route sur ce banc, tandis que le sujet examiné doit apprécier leurs vitesses relatives en fixant à l'avance, par exemple, le point de leur rencontre.

Par ses études sur la suggestion en matière de publicité et sur le mécanisme psychologique de l'offre et de la demande, — ce que d'aucuns appellent déjà la psychotechnique économique, — l'Ergologie généralisée englobe toutes les activités de la nation. En cultivant le travailleur-producteur, elle cultive, *ipso facto*, le travailleur-consommateur. Car, de plus en plus, l'un et l'autre doivent se confondre, sous peine de voir s'accroître une crise qui n'a d'autre cause qu'un monstrueux désaccord entre la surproduction des machines et la sous-consommation des hommes.

CHARLES BRACHET.

A la fin de 1935, le stock d'or aux États-Unis dépassait — pour la première fois — 10 milliards de dollars (en chiffres ronds, 150 milliards de francs), soit 45 % environ du stock mondial de métal ! En tenant compte de la parité actuelle de la livre et du dollar, la valeur de ce stock d'or mondial a doublé depuis 1929.

COMMENT LUTTER CONTRE LES VIBRATIONS A BORD DES NAVIRES

Par Jean HIERSAC

Le 6 mai prochain, le paquebot Normandie reprendra, entre Le Havre et New York, son service régulier interrompu depuis l'automne dernier. Ces six mois de désarmement auront été mis à profit, non seulement pour transformer quelques-uns des aménagements intérieurs, mais aussi pour tenter de faire disparaître les vibrations et trépidations qui se manifestèrent — si malencontreusement — en certains points du navire lors de ses premiers voyages. Des phénomènes vibratoires de cet ordre ne sont certes pas une nouveauté dans la construction navale : on les a observés sur de nombreux paquebots rapides, et il n'y a guère de croiseurs, de contre-torpilleurs, qui en soient exempts à partir d'une certaine vitesse. Pour les faire disparaître — point capital pour un paquebot où le confort est primordial — il faut, avant tout, entreprendre des relevés détaillés en divers points de la coque, enregistrant, pour différentes allures de marche, tant la fréquence que l'amplitude des vibrations ressenties. C'est ce qui a été fait pour la Normandie, où l'on peut dire qu'il n'y a pas un mètre carré qui n'ait été ausculté par les oscillographes les plus modernes (1). Nous examinons ici, d'un point de vue tout à fait général, le mécanisme suivant lequel prennent naissance ces vibrations à bord d'un navire. On verra ainsi que la cause première doit être rapportée — toutes imperfections de la machinerie mises à part — au fonctionnement des hélices (interactions avec la coque, inégalités du sillage, cavitation), et quel rôle peuvent jouer les phénomènes de résonance dans les renforcements locaux des vibrations. Ce domaine particulier de la mécanique appliquée est d'une complexité extrême et bien des points demeurent, hélas ! encore obscurs. C'est ainsi que, sur la Normandie, on s'est efforcé en vain de reproduire, à l'aide de « vibrateurs », les trépidations observées en certains points pendant la marche, ce qui semble indiquer que les phénomènes classiques de résonance ne suffisent plus à les expliquer. Peut-être pourrait-on invoquer, dans ce cas, les interférences irrégulières de multiples trains d'ondes directs et réfléchis. Quoi qu'il en soit, plusieurs solutions, d'allure plutôt empirique, ont été adoptées sur la Normandie : remplacement des hélices à trois pales par des hélices à quatre pales pour modifier la fréquence des efforts sur la coque, renforcement de l'arrière du bâtiment pour « diffuser » ces efforts, etc. Souhaitons que de telles transformations, si onéreuses, améliorent l'habitabilité de la Normandie. Dans un domaine de recherches scientifiques aussi délicat, on pourrait même redouter que le remède n'aggrave le mal. Dans l'architecture navale, l'art de l'ingénieur est encore plus ardu et plus périlleux qu'ailleurs.

VÉRITABLES laboratoires d'architecture navale, les bassins des carènes ont pour tâche d'étudier expérimentalement les formes des navires avant leur mise en chantier. Depuis les premières expériences du génial ingénieur anglais William Froude, faites il y a un peu plus de soixante ans, les méthodes de mesure ainsi que l'appareillage se sont perfectionnés de telle sorte que peu d'éléments d'incertitude — à quelques « pour-cent » près — demeurent, avant même le lancement, sur les performances futures de la nouvelle unité.

La puissance des machines, leur consommation de combustible, le nombre de tours des hélices aux différentes allures et leur rendement peuvent être calculés à l'avance avec

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 195, page 211.

une assez grande précision, grâce aux essais sur modèles réduits, dont *La Science et la Vie* a déjà exposé la technique (1).

Il n'est pas jusqu'aux qualités manœuvrières et même la tenue à la mer que l'on ne puisse étudier sur la maquette et améliorer si besoin est.

Aussi, lorsqu'une nouvelle unité quitte le bassin d'achèvement à flot pour entreprendre ses essais définitifs et officiels à la mer, les écarts entre les chiffres prévus et ceux réellement observés demeurent-ils minimes, en règle générale.

Cependant, il peut y avoir à ce moment, et il y a effectivement quelquefois, une surprise désagréable : c'est la présence de vibrations qui, pour certaines vitesses, et en

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

certains points du navire, prennent une importance malencontreuse. Ce phénomène, qui se manifeste de préférence sur les bâtiments rapides dont les machines développent une puissance élevée, ne peut être prévu, dans ses détails, avant les essais de vitesse à la mer, essais qui précèdent de peu la mise en service. On a donc rarement le temps d'y remédier d'une façon complète dans la période des premiers voyages. D'ailleurs, les phénomènes vibratoires qui prennent naissance sur un navire sont toujours extrêmement complexes et seuls des relevés expérimentaux détaillés, et qui demandent du temps, peuvent donner les indications nécessaires sur les retouches à faire.

Peut-on prévoir si une unité nouvelle vibrera ?

Les forces périodiques, dont l'action sur une partie quelconque de la coque métallique du navire engendre les vibrations, peuvent, au moins pour certaines d'entre elles, être étudiées sur la maquette de ce navire suivant une technique spéciale dont nous verrons plus loin un exemple. Celles, par exemple, qui sont dues au fonctionnement de l'hélice ou des hélices (s'il y en a plusieurs) — et qui sont pratiquement inévitables — suivent les lois de la similitude mécanique, fondement des essais sur modèles réduits que pratiquent les bassins des carènes.

Ces derniers seraient donc à même de mesurer les efforts périodiques qui s'exercent tant sur la coque que sur les hélices, du fait de leur fonctionnement, et fourniraient ainsi des données du plus haut intérêt, en mettant en évidence les effets du plus ou moins grand éloignement des hélices et de la paroi de la coque, du nombre de pales, de la forme et de la position des supports des arbres d'hélices, etc.

Dans la pratique, ces résultats seraient cependant insuffisants, car ce qui est encore plus important que les forces périodiques qui agissent sur la charpente du navire — quoi qu'on fasse, on ne pourra les faire disparaître toutes — c'est la manière dont la coque métallique répond à leurs sollicitations, c'est-à-dire la manière dont elle vibre

en ses différentes parties. Là-dessus, les essais sur modèles réduits ne peuvent donner aucune indication, car il n'y a aucune commune mesure entre les propriétés élastiques de la maquette en paraffine, ou en bois, et celles du navire en vrai grandeur.

Pour ce dernier même, elles varient souvent d'un voyage à l'autre, suivant l'« assiette » du bâtiment et la manière dont le chargement est réparti entre ses cales.

Pratiquement, on peut affirmer que tous

les navires vibrent, plus ou moins, surtout les bâtiments rapides, croiseurs, contre-torpilleurs ou paquebots. Alors que, sur les bâtiments de guerre, la question de confort passe au second plan, sur les paquebots, elle est primordiale ; les premiers n'atteignent que tout à fait exceptionnellement leur vitesse maximum, tandis que les paquebots doivent, par tous les temps, tenir rigoureusement l'allure de route pour laquelle ils ont été prévus.

Le problème si délicat de l'élimination des vibrations à bord des navires a pu recevoir jusqu'ici, sauf cas exceptionnels, des solutions entièrement satisfaisantes, au prix tout au plus de quelques tâtonnements.

Mais, avant de voir le remède, il convient d'étudier le mal, c'est-à-dire la manière dont prennent naissance et se propagent les vibrations, suivant un mécanisme dont des recherches toutes

récentes commencent seulement à analyser avec succès l'extrême complexité.

Les vibrations de l'appareil moteur

La première source de vibrations révélée par l'expérience est l'appareil moteur lui-même et ses auxiliaires. Dans le cas de machines à mouvement alternatif, telles que les machines à vapeur ou les moteurs Diesel, ce rôle néfaste est indiscutable, et on ne peut le réduire qu'en réalisant un équilibrage statique et dynamique aussi poussé que possible.

Cela n'est pas toujours facile et, sur les bâtiments rapides, cette catégorie de vibrations reste souvent gênante. Sur le « cuirassé de poche » *Deutschland*, par exemple,

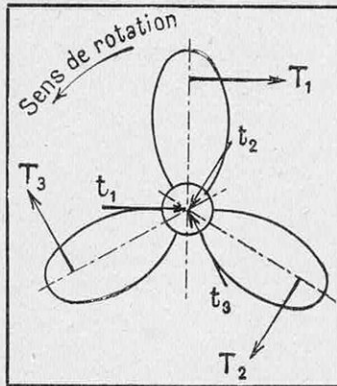


FIG. 1. — LES IRRÉGULARITÉS EXISTANT ENTRE LES PALES D'UNE HÉLICE PEUVENT ÊTRE UNE GRAVE SOURCE DE VIBRATIONS T_1 , T_2 et T_3 sont les réactions tangentielles qui s'exercent sur les trois pales. Si elles ont des valeurs différentes, les trois forces t_1 , t_2 et t_3 , qui leur sont égales, ne se font pas équilibre et l'axe se trouve sollicité par une force tournante qui, par l'intermédiaire des paliers, engendre des vibrations importantes dans la charpente et la coque du navire.

le fonctionnement des Diesel à grande puissance qui assurent sa propulsion aurait, suivant certains, une répercussion désastreuse sur la précision du tir.

Mais, sur les grandes unités modernes capables de soutenir des vitesses élevées, l'appareil moteur à grande puissance est constitué généralement par des turbines, la transmission se faisant aux hélices soit par des trains d'engrenages réducteurs, soit électriquement par l'intermédiaire d'alternateurs entraînés par des turbines et de moteurs (synchrone ou asynchrone) actionnant les propulseurs. Des vibrations peuvent alors prendre naissance si les turbines sont mal équilibrées, ou si les engrenages présentent des irrégularités.

Les méthodes modernes d'équilibrage et de taille des engrenages permettent aujourd'hui, avec un peu de soin, d'éliminer ces défauts d'une manière satisfaisante.

Comment on classe, d'après leur fréquence, les vibrations dues aux hélices

Mais les vibrations les plus importantes, celles qui prennent une amplitude d'autant plus grande qu'il s'agit de bâtiments plus puissants et plus rapides, sont celles qui sont engendrées dans la coque même par le fonctionnement des hélices. C'est de celles-ci que nous allons pouvoir nous occuper maintenant. L'attention, sur ce point, a été attirée par les premiers voyages du *Lusitania* et du *Mauritania*, en 1907 et 1908. Depuis cette époque déjà lointaine, de nombreuses études ont été faites dont la plus récente est celle de M. Franck-M. Lewis, professeur à l'Institut Webb d'architecture navale de New York.

Ce qui distingue entre elles les différentes forces périodiques qui s'exercent sur le navire du fait de la rotation des hélices, c'est, avant tout, leur fréquence. Une étude attentive des phénomènes vibratoires dont la coque d'un bâtiment est le siège — c'est la première opération à faire lorsqu'on veut

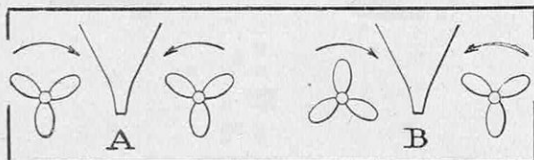


FIG. 2. — LES DEUX HÉLICES DE GAUCHE SONT DITES « EN PHASE »; CELLES DE DROITE, AU CONTRAIRE, SONT DITES « EN OPPOSITION »
On voit facilement que, puisque ces deux dernières hélices tournent en sens inverse, deux de leurs pales passent au même instant par l'horizontale.

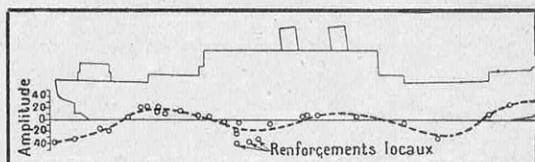


FIG. 3. — VOICI UN EXEMPLE D'UNE COURBE ÉLASTIQUE RELEVÉE À L'OSCILLOGRAPHIE SUR UN NAVIRE DE 180 MÈTRES DE LONG

On remarquera la répartition classique des « ventres » et des « nœuds », ces derniers au nombre de cinq sur cet exemple. Noter aussi les renforcements anormaux en certains points du navire.

faire disparaître ou atténuer ces phénomènes désagréables — peut mettre en évidence trois types généraux de vibrations, auxquelles on attribue, suivant leur fréquence, une origine différente.

Prenons d'abord, pour simplifier, le cas d'un navire à une seule hélice. Dans ce cas, on peut déceler, d'une part, des forces périodiques qui ont pour fréquence précisément le nombre de tours de l'hélice (ces forces s'exercent une fois par tour et peuvent être attribuées à un déséquilibre mécanique de l'hélice ou à des irrégularités de forme entre les pales); d'autre part, des efforts également périodiques, qui ont pour fréquence celle du passage des pales devant un point fixe (c'est-à-dire trois fois le nombre de tours pour une hélice à trois pales, quatre fois pour une hélice à quatre pales) ou un multiple de cette fréquence (on les rapporte aux phénomènes hydrodynamiques qui prennent naissance entre l'hélice et la coque voisine). Enfin, lorsque la cavitation de l'hélice doit être mise en cause, on observe des vibrations irrégulières qui ont plutôt l'allure d'une trépidation.

Sur les navires à plusieurs hélices, on peut, peut-être, grâce aux « battements », atténuer les vibrations

Sur les bâtiments à plusieurs hélices, les phénomènes se compliquent. Chaque propulseur exerce sur la coque, indépendamment des autres, des efforts périodiques. Il en résulte ce phénomène, bien familier aux physiciens, des *battements* qui se produisent à des intervalles réguliers, et en des points déterminés, si les vitesses de rotation des hélices demeurent constantes. S'il n'y a que deux hélices, la fréquence des battements est égale à la différence des nombres de tours respectifs. Dans certaines positions relatives des hélices, les efforts s'annulent tandis que, dans d'autres, ils s'ajoutent.

Toutefois, ces efforts ne s'ajoutent pas ou ne se retranchent pas géométriquement. Ils donnent naissance, aux points d'impact, à des ondes de propagation; ces ondes donnent lieu à des résonances aux points où peut s'accumuler leur énergie. Elles peuvent en ces points, suivant le cas, additionner ou annuler leur action.

Les hélices schématiques de la figure 2, tournant en sens inverse comme on le réalise toujours, sont dites « en phase » lorsque deux des pales passent en même instant par la position verticale. Si, au contraire, elles sont décalées de la moitié de l'angle de deux pales (60° pour les hélices à trois pales, 45° pour celles à quatre pales), comme sur la figure 2, elles sont dites « en opposition ». On verrait sans peine, dans ce cas, que deux pales passent au même instant par la position horizontale.

Cette distinction entre les hélices « en phase » et « en opposition » présente un très grand intérêt, car des essais répétés ont montré que les vibrations de la coque dans le sens vertical passent par un maximum quand les hélices sont « en phase », et s'annulent presque quand elles sont « en opposition ». Ce serait l'inverse pour les vibrations dans le sens horizontal et les vibrations de torsion.

Pour les navires à quatre hélices, comme les grands paquebots modernes, on observe des phénomènes du même ordre. Mais comme il faut, pour l'annulation des vibrations, par exemple, que les quatre hélices à la fois soient convenablement déphasées,

cela ne peut se produire dans la réalité qu'à de très longs intervalles.

En pratique, il serait donc possible d'atténuer sensiblement les vibrations les plus gênantes, en certains points, en déphasant d'angles convenables les différents arbres d'hélices et en les faisant tourner tous *rigoureusement à la même vitesse*, pour que la différence de phase ne varie pas. Divers dispositifs spéciaux

ont pu être mis au point dans ce but. Les uns, installés sur quelques yachts, consistent en commandes différentielles, actionnées par les deux arbres et agissant sur les soupapes d'admission des machines motrices. D'autres font appel à l'électricité pour réaliser des transferts de puissance automatiquement d'un arbre sur l'autre. La transmission électrique, telle qu'elle est appliquée sur de nombreux bâtiments, par exemple sur la *Normandie*, se prêterait d'une manière parti-

culièrement commode à une telle régulation. Notons cependant qu'il faut prévoir des dispositifs de sécurité mettant la liaison entre arbres hors service lors des manœuvres, des virages, et aussi lors du mauvais temps, les hélices absorbant, dans ce cas, des puissances rapidement variables et très différentes de l'une à l'autre.

Lors des expériences faites dans le golfe de Gascogne, avec la *Normandie*, en automne dernier, on avait essayé d'obtenir une atténuation de certains phénomènes vibratoires locaux, en changeant les sens de rotation des deux hélices latérales. Les hélices centrales demeuraient donc « supradiver-

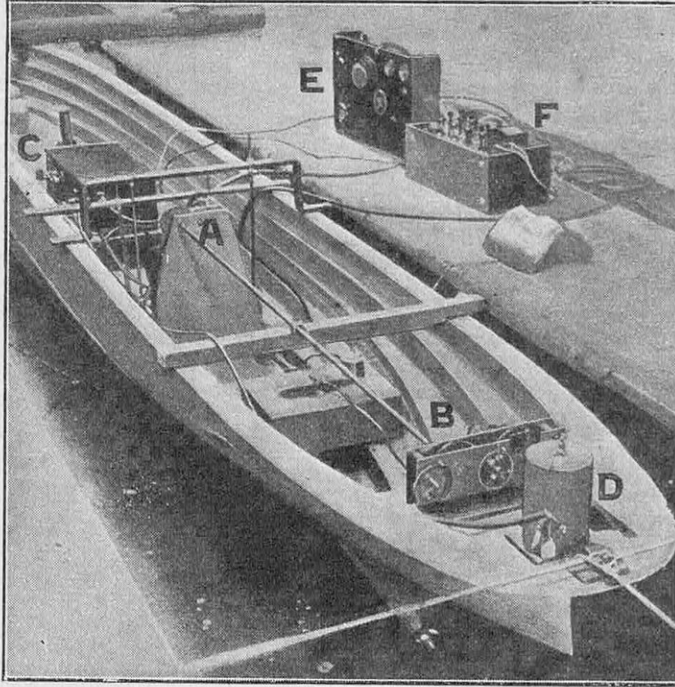


FIG. 4. — VOICI UN MODÈLE RÉDUIT DE NAVIRE ÉQUIPÉ POUR LES ESSAIS CONCERNANT LES VIBRATIONS SUIVANT LA TECHNIQUE DU PROFESSEUR FRANK-M. LEWIS, DE L'INSTITUT D'ARCHITECTURE NAVALE DE NEW YORK

A, jeux d'engrenages réunissant les deux arbres d'hélices; B, générateur mécanique de vibrations comportant des masses tournantes déséquilibrées; C, boîte de commande; D, détecteur de vibrations; E, amplificateur; F, oscillographe.

gentes » (les pales des hélices symétriquement disposées s'éloignaient l'une de l'autre dans la partie haute de leur révolution, et se rapprochaient dans la partie inférieure), tandis que les deux autres devenaient « supraconvergentes ». Les résultats de ce changement furent concluants au point de vue de l'atténuation des vibrations, mais comme, d'une part, les qualités évolutives du navire n'étaient plus tout à fait aussi parfaites, et que, d'autre part, il était possible d'obtenir d'aussi bons résultats de tranquillité par d'autres moyens, on décida de revenir aux hélices latérales supradivergentes.

Les défauts de construction des hélices

Les forces périodiques qui s'exercent une fois par tour de l'hélice doivent être rapportées, comme nous l'avons dit, à un déséquilibre — statique ou dynamique — de l'hélice. Il est évident que, s'il y a des différences sensibles entre les

pales, les réactions qui s'exercent sur elles lorsque l'ensemble tourne (fig. 1), ou plutôt les composantes de ces réactions dans le plan de l'hélice, n'ont plus une résultante nulle. Une force tournante s'exerce alors sur l'arbre et se transmet à la charpente du navire par les paliers.

Pour qu'elle devienne gênante, il faut qu'elle ait une intensité suffisante et que le nombre de tours de l'hélice soit voisin d'une des fréquences propres de la coque.

Comme ce nombre de tours est généralement peu élevé, il ne peut s'agir que d'une fréquence fondamentale. Il n'y a guère que sur les contre-torpilleurs (bâtiments extrêmement rapides) qu'on atteigne les premiers harmoniques.

Le seul remède à cette situation réside

dans le soin apporté à la construction de l'hélice, car il est évident que si les hélices sont parfaites, on ne peut observer de vibrations de ce genre, même s'il y a coïncidence entre le nombre de tours et une des fréquences propres d'une partie du bâtiment, ce que l'on s'efforce d'ailleurs d'éviter.

Les réactions hydrodynamiques entre les pales d'hélices et la coque du navire

Les vibrations qui ont la même fréquence que le passage des pales d'hélices devant un

point fixe sont de nature plus complexe et pratiquement impossibles à éviter. En fait, elles existent à des degrés divers sur tous les bâtiments, car elles sont inséparables du fonctionnement de l'hélice et dues aux réactions hydrodynamiques entre ses pales et la surface de la coque.

On pourrait, pour les étudier, les décomposer de la manière classique, suivant les trois axes rectangulaires,

vertical, longitudinal et transversal. Mais il est plus rationnel, comme l'a fait le professeur Lewis, de distinguer, d'une part, les forces qui s'exercent directement sur la coque et ses accessoires fixes, d'autre part, celles qui agissent sur les hélices et qui sont transmises à la charpente du navire par l'intermédiaire des paliers et des supports d'arbres. Disons tout de suite que les premières semblent les plus importantes.

L'hélice propulsive qui équipe tous les navires modernes dérive de la vis d'Archimède : elle agit comme une vis qui tourne dans l'eau, en poussant le navire devant elle ; l'eau cède d'ailleurs sous cette action, de sorte qu'à chaque tour le navire ne progresse pas de la valeur totale du « pas » de la vis, par suite de l'effet de « recul ». La face arrière

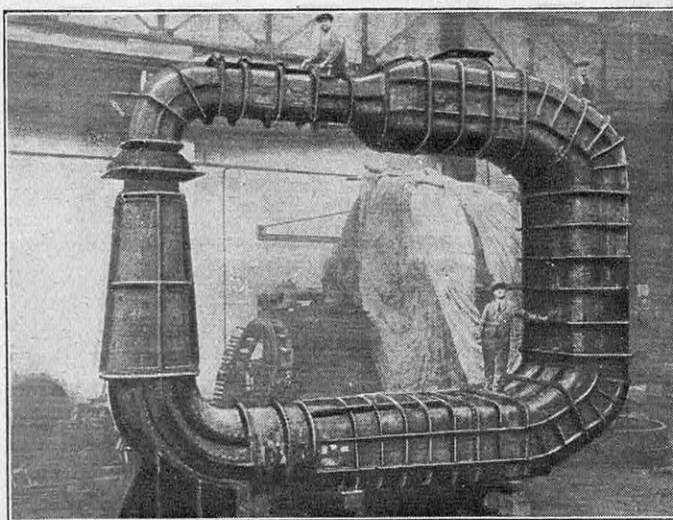


FIG. 5. — TUNNEL HYDRODYNAMIQUE POUR L'ÉTUDE DE LA CAVITATION AU LABORATOIRE WILLIAM FROUDE, DE TEDDINGTON (GRANDE-BRETAGNE)

Dans cette canalisation en circuit fermé, on établit une circulation d'eau à grande vitesse, en même temps qu'on établit un vide partiel. On observe par une fenêtre vitrée les effets de la variation de pression sur l'hélice et l'apparition de bulles gazeuses qui marque le début de la cavitation.

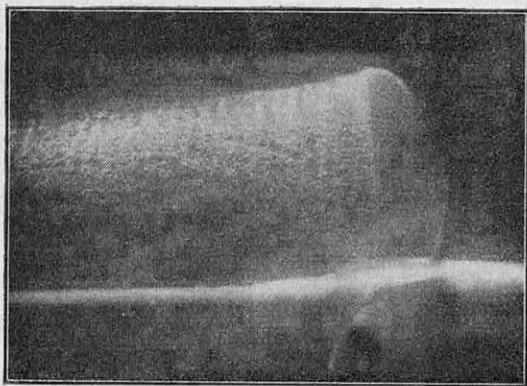


FIG. 6. — LA PRÉCAVITATION D'UNE HÉLICE PHOTOGRAPHIÉE AU TUNNEL HYDRODYNAMIQUE DE HAMBOURG (ALLEMAGNE)

Ce phénomène, qui précède la cavitation, n'entraîne encore aucune baisse de rendement de l'hélice.

de l'hélice se trouve donc sous pression. Au contraire, sur la face avant règne une dépression. Pression et dépression sont intimement liées à des phénomènes tourbillonnaires complexes donnant lieu à une interaction compliquée avec la coque du navire.

Les valeurs des efforts qui en résultent varient avec la position des pales, passant des maxima et des minima avec la fréquence de remplacement d'une pale et ses harmoniques.

Quant aux forces variables qui s'exercent sur l'hélice même, elles proviennent, soit d'un effet de réflexion des phénomènes précédents sur la coque, soit surtout des inégalités du *sillage*.

En effet, le fonctionnement de l'hélice installée derrière un navire n'est pas le même qu'en eau libre. D'abord, par suite du phénomène de *suction*, elle travaille dans la dépression qui se produit à l'arrière de la coque, quand celle-ci avance, dépression qui n'est pas la même en tous les points. D'autre part, le bâtiment entraîne avec lui une ceinture liquide, de sorte que la vitesse relative de l'hélice par rapport à l'eau est inférieure à la vitesse de route du navire et varie de plus d'un point à un autre. C'est à proprement parler le phénomène du *sillage*.

On tient compte, dans la pratique, de ces éléments, tels qu'on les observe et les mesure lors des essais de la coque à modèle réduit, dans le calcul des hélices. Bien souvent, lors de ces expériences au bassin des carènes, on est conduit à affiner les formes de l'arrière ou à modifier l'orientation des appendices de la coque, supports d'arbres et quilles de roulis, afin de favoriser l'accès de l'eau aux hélices.

Malgré tout, les inégalités inévitables du sillage sont une cause de vibrations. De plus, la résistance qu'éprouve l'hélice dans sa rotation n'est pas constante : il en résulte un couple variable qui se transmet par l'arbre jusqu'à la machinerie.

Comment on étudie les vibrations au bassin d'essais des carènes

Comme nous l'avons noté tout à l'heure, ces réactions hydrodynamiques suivent les lois de la similitude mécanique, de sorte que les essais sur modèles réduits pourraient en indiquer au moins l'ordre de grandeur.

La figure 4 montre le dispositif expérimental utilisé par le professeur Lewis pour l'étude des vibrations d'un navire américain à propulsion électrique, le *Président-Hoover*, de 29 000 tonnes et 190 m de longueur, en opérant sur une maquette en bois de 6 m de long.

Dans ces essais, les deux hélices du bâtiment étaient réunies entre elles par des trains d'engrenages et entraînées par le même moteur électrique.

Les vibrations étaient décelées et leur amplitude mesurée par un détecteur ultrasensible, d'un modèle spécial. Un dispositif séparé, générateur de vibrations, était constitué par une masse déséquilibrée tournant à une fréquence convenable dans le même plan que les hélices. Le calcul des forces engendrées était facile dans ce dernier cas, et, en comparant les amplitudes mesurées alors avec celles obtenues précédemment, on déduisait la valeur totale des forces qui s'exerçaient effectivement sur le modèle lors

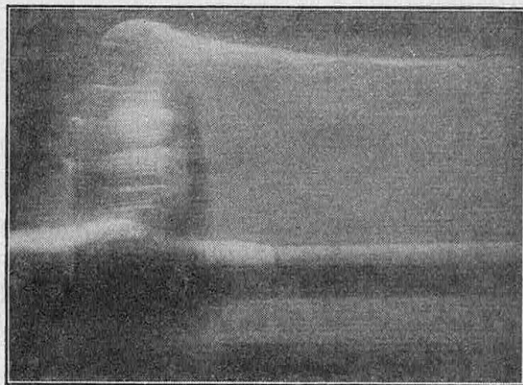


FIG. 7. — LA CAVITATION D'UNE HÉLICE TELLE QU'ON L'OBSERVE AU TUNNEL HYDRODYNAMIQUE DE HAMBOURG

En même temps qu'une baisse de rendement, ce phénomène, que l'on s'efforce d'éviter, entraîne une corrosion rapide du métal de l'hélice.

du fonctionnement des hélices propulsives.

Pour mettre en évidence les deux catégories d'efforts que nous avons distingués tout à l'heure, — ceux qui s'exercent sur la coque et ceux qui sont transmis par les paliers, — le professeur Lewis répétait ses expériences en disposant les hélices sur un train spécial, sans contact matériel avec le modèle, qui les maintenait rigoureusement à la place qu'elles occupaient par rapport à la coque quand elles étaient effectivement à l'extrémité des arbres. Dans ce cas, elles ne pouvaient plus engendrer d'autres vibrations que celles d'interaction.

Ces expériences ont montré que les efforts périodiques provenant des hélices et transmis par les paliers doivent être faibles, au moins dans le cas particulier examiné, par comparaison avec ceux qui s'exercent directement (interaction), sur les parois de la coque. De plus, elles ont mis en évidence le rôle que joue la position des hélices par rapport à la coque au point de vue des vibrations. Si, pour la position normale, on désigne l'amplitude observée par le chiffre 100, on tombe déjà à 48 si l'on éloigne les hélices de 2,5 cm vers l'arrière (il s'agit, bien entendu, du modèle : sur le navire, il faudrait multiplier cette longueur par 31,5, correspondant au rapport de réduction) ; à 5 cm, on n'a plus que 31 ; 15 à 12 cm et 8 à 20 cm.

Qu'est-ce que la « cavitation » des hélices ?

Aux causes de vibrations que nous venons d'énumérer et d'analyser brièvement vient souvent s'ajouter la *cavitation*. Sur certains bâtiments rapides, dont les hélices sont animées de vitesses périphériques élevées,

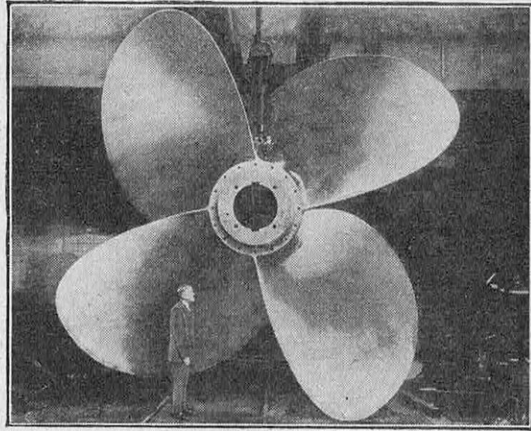
c'est parfois la cause prépondérante.

Qu'est-ce que la cavitation ? C'est, comme le nom l'indique, la formation de « cavités » sur les pales de l'hélice lorsque se produit un décollement des filets d'eau, c'est-à-dire ce que le célèbre constructeur J.-Augustin



FIG. 8. — SCHEMA DE PRINCIPLE DE L'ABSORBEUR DYNAMIQUE DE VIBRATIONS SUIVANT LE SYSTEME « FRAHM »

La période propre d'oscillation de la masse mobile est égale à celle des efforts engendrés par le fonctionnement de l'hélice. Les forces d'inertie transmises par les ressorts équilibrent alors ces efforts et la coque du navire reste immobile.



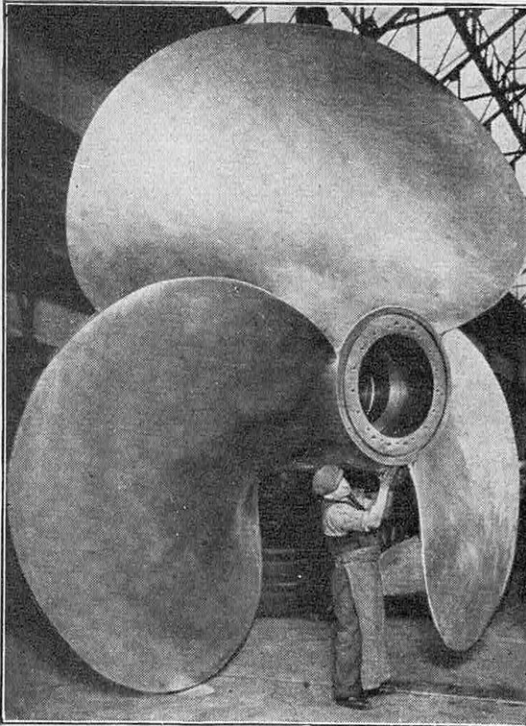
(Photo Stone.)

FIG. 9. — VOICI UNE HÉLICE DE LA « QUEEN MARY » QUI VIENT DE PRENDRE LA MER. Cette hélice a 6 m de diamètre et pèse 35,5 tonnes. Son poids brut de fonderie était de 54 tonnes.

Normand, qui, le premier, signala l'existence de la cavitation, appelait une « rupture du cylindre d'eau actionné ». Par suite des inégalités de pression, ces cavités se combinent brusquement, par condensation de la vapeur d'eau qui les remplit en donnant lieu à un phénomène mécanique suffisamment brutal pour que la limite d'écrasement du métal soit atteinte en certains points. Ajoutons que le rendement de la propulsion peut devenir mauvais peu après l'apparition du phénomène de cavitation.

Pour éviter la cavitation, les calculs habituels des hélices sont insuffisants. Il est indispensable d'effectuer des essais sur modèles réduits, d'après une technique spéciale, car il n'est pas possible, en pratique, de provoquer la cavitation lors des expériences habituelles au bassin.

L'application stricte des lois de la similitude mécanique exige, en effet, que la pression qui s'exerce sur les pales — c'est elle qui détermine en dernière analyse le phénomène — soit réduite dans le même rapport que les dimensions linéaires du modèle. Par exemple, dans le cas d'un navire dont l'axe des hélices est immergé sous 5 m d'eau, la pression qui s'exerce à cette profondeur est équivalente à 15 m d'eau (la pression atmosphérique équivaut à 10 m). Avec un modèle au 1/30^e, la pression devrait être réduite à 0 m 50, ce qui est matériellement impossible à obtenir à l'air libre où on ne peut descendre au-dessous de 10 m. Aussi l'étude expérimentale de la cavitation des hélices exige-t-elle l'emploi de « tunnels hydrodynamiques » — ainsi appelés par analogie avec les « tunnels aérodynamiques »



(Photo Stone).

FIG. 10. — VOICI UNE DES HÉLICES PRIMITIVES A TROIS PALES DU PAQUEBOT « NORMANDIE »

Cette hélice de 4 m 90 de diamètre pesait 23,5 tonnes. Son poids brut de fonderie était de 37,5 tonnes.

des laboratoires aéronautiques (1) — où l'on puisse faire varier à volonté la pression. De telles installations existent en particulier à Hambourg (Allemagne), Teddington (Grande-Bretagne) et Washington (Etats-Unis).

Il ne faut pas perdre de vue que des phénomènes analogues à la cavitation des hélices peuvent prendre naissance sur toutes les parties immergées de la coque, là où des irrégularités dans la structure (joints mal raccordés, coquilles de condenseurs, étais divers, etc.) peuvent provoquer, pendant la marche à grande vitesse, des décollements des filets d'eau. Eux aussi donnent naissance à des vibrations fort gênantes, que l'on ne peut faire disparaître qu'en s'attaquant à leur cause première.

Comme ce sont les hélices très « poussées » qui sont sujettes à la cavitation, on s'efforce de réduire les efforts qui s'exercent par unité de surface en augmentant la surface totale. En pratique, on évite avec soin, non seulement la cavitation, mais encore la « pré-cavitation », période dans laquelle l'hélice modèle montre des traces de cavitation qui, par suite de l'irrégularité du sillage, se trans-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 226, page 263.

forment en cavitation effective sur l'hélice réelle en vraie grandeur.

On aura une idée des difficultés considérables que présente le choix judicieux d'un jeu d'hélices pour un paquebot en considérant ce qui a été fait pour la *Normandie*. Les essais habituels sur modèles réduits en eau libre et en auto-propulsion ont été complétés par des essais de cavitation au bassin de Hambourg, et ont porté sur douze tracés d'hélices, dont neuf se rapportaient à des hélices à trois pales (sept à pas constant, et deux à pas variable) et trois à des hélices à quatre pales (deux à pas constant, et deux à pas variable (1). C'est après seulement

(1) Une hélice marine du type courant (à pas constant) dérive de la *vis d'Archimède*, qui est la surface engendrée par une droite qui reste perpendiculaire à l'axe de l'ensemble et qui s'appuie sur une courbe bien connue : l'hélice circulaire. Quelquefois, cependant, la droite qui engendre la surface hélicoïdale n'est pas perpendiculaire à l'axe et le résultat est une surface plus complexe. Quelquefois également, le « pas » de la surface (au sens habituel de « pas » d'une vis) varie avec la distance à l'axe : on a alors une hélice à « pas variable » qu'il ne faut pas confondre avec l'hélice à « pas variable » employée surtout en aviation et qu'il serait préférable d'appeler « hélice à pas réglable ». En effet, pour cette dernière, on peut, à volonté, modifier l'orientation des pales, afin de l'adapter aux régimes du moteur.

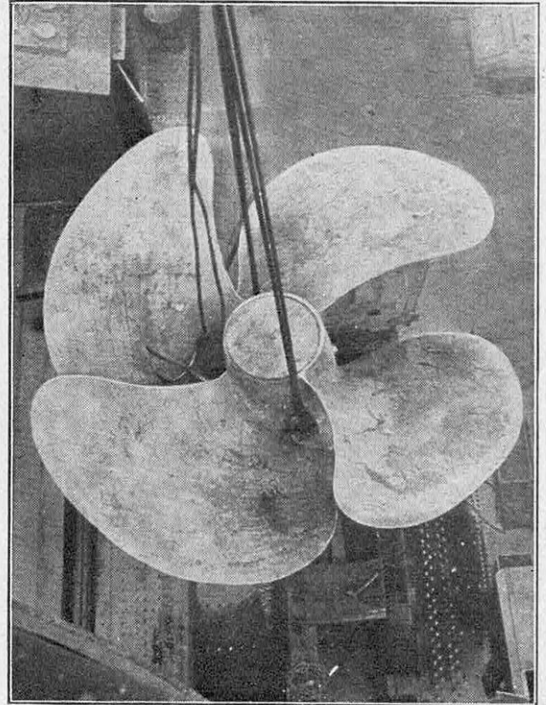


FIG. 11. — VOICI UNE DES NOUVELLES HÉLICES A QUATRE PALES QUI VIENNENT D'ÊTRE INSTALLÉES SUR LA « NORMANDIE »

Cette hélice a 5 m 05 de diamètre et pèse 28 tonnes.

trois années de recherches que ces études ont abouti à l'adoption d'un tracé (on choisit un type à trois pales) permettant d'espérer, pour la plus grande vitesse du navire, un fonctionnement demeurant au-dessous de la limite de la précavitation, c'est-à-dire en dehors de la zone d'usure rapide. Les réparations des hélices (qui s'effectuent par soudure de bronze par l'hydrogène atomique) sont, en effet, délicates et coûteuses. Rappelons que le prix d'un jeu d'hélices (1) pour la *Normandie* est d'environ 1 million et demi.

Malgré toutes ces précautions, le résultat est souvent incertain. Les hélices de la *Normandie* ont dû être changées, au cours de l'été dernier ; mais le jeu primitif avec ses hélices de rechange a largement suffi à assurer le service. Des mesures analogues ont dû être prises avec d'autres paquebots rapides, lors de leur mise en service : le *Bremen*, par exemple, dut changer quatre fois ses hélices en peu de temps.

Comment lutter contre les vibrations des navires ?

Ainsi, lorsque les vibrations sont dues à la cavitation des hélices, il n'y a pas d'autre remède que d'adopter des propulseurs de caractéristiques différentes. Au contraire, lorsqu'il s'agit de celles engendrées par la rotation de l'hélice, que les efforts périodiques s'exercent directement sur la coque ou qu'ils soient transmis par les paliers, il y a bien des moyens de les supprimer dont les principaux sont : la variation du nombre des ailes ; l'égalité répartition du sillage due à une modification de la forme des ailerons ; le remplissage des points creux où peuvent se former des tourbillons consécutifs ; le phasage rigoureux des hélices, etc.

On pourrait encore faire appel à d'autres systèmes, peu expérimentés jusqu'à présent, comme, par exemple, l'amortisseur de vibrations schématisé par la figure 8. Ce dispositif imaginé par l'ingénieur Frahm, célèbre

(1) Le jeu d'hélices complet comprenait six hélices identiques, dont deux servant de réserve.

par ses travaux sur le roulis des navires (1), consiste en une masse inerte, montée sur ressorts. Si ce système est accordé de telle manière que sa fréquence naturelle d'oscillation soit égale à celle de la force périodique qui engendre les vibrations, la masse oscille avec une amplitude telle que les forces d'inertie, ajoutées à celles du ressort, équilibrent la force périodique. Le bâti intermédiaire reste donc immobile. Appliqué pour la première fois au motorship *Maria*, de 11 700 tonnes, à vrai dire pour éliminer les vibrations dues au moteur, ce dispositif est susceptible de rendre des services dans le cas des hélices, surtout si, comme le propose le professeur Lewis, il est possible de régler à volonté sa fréquence propre d'oscillation.

Puisque les vibrations les plus désagréables sont dues à des phénomènes de résonance, ne peut-on s'arranger, lors même de la construction du navire, pour que la périodicité des efforts dus au fonctionnement des hélices soit

aussi éloignée que possible — au moins pour la vitesse normale du navire — d'une quelconque des fréquences propres de la coque? En pratique, cela n'est pas possible, d'abord parce que le calcul de ces fréquences propres serait effroyablement compliqué et ses résultats peu précis. Le nombre de tours de l'hélice est d'ailleurs fixé par les caractéristiques de la machinerie, et on ne saurait faire passer au second plan les considérations d'économie qui les ont fait adopter, par crainte de vibrations dont on ne saurait affirmer qu'elles se manifesteront en service et que l'on pourra peut-être faire disparaître en changeant simplement le nombre de pales des hélices. C'est d'ailleurs ce que l'on va faire pour la *Normandie* où les hélices originales à trois pales vont céder la place à des hélices à quatre pales.

Le procédé qui consiste à renforcer l'arrière de la coque, ainsi que les supports d'arbre, semble moins efficace *a priori*, car il ne peut changer ni la fréquence ni l'intensité des efforts qui s'y exercent. Il a, toute-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 176, page 153.

NAVIRE	POIDS BRUT DE L'HÉLICE	POIDS DE L'HÉLICE USINÉE	DIAMÈTRE
	Tonnes	Tonnes	Mètres
<i>Normandie</i> { anciennes..	37,5	23,5	4,90
{ nouvelles..	28	5,05
<i>Queen Mary</i>	54	35,5	6
<i>Mauretania</i>	29,5	18,5	5,10
<i>Majestic</i>	30,5	15,5	5,05
<i>Bremen</i>	35,5	19	5
<i>Europa</i>	27,5	14,25	4,60

VOICI LES PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES (POIDS ET DIAMÈTRE) DES HÉLICES QUI PROPULSENT LES PLUS GRANDS PAQUEBOTS TRANSATLANTIQUES

fois. l'avantage de « diffuser » la zone d'impact et de rendre les impulsions moins dures en les « étalant ».

Quant aux résonances locales, il serait possible, en principe, de les prévoir avant la mise en service du navire, en promenant sur la surface des ponts des *vibrateurs* qui permettraient de relever en chaque point le « spectre de résonance ». Chaque point d'un pont peut, en effet, avoir plusieurs fréquences propres, et, pendant le cours de la construction, on pourrait modifier la charpente pour éviter les harmoniques que l'on sait pouvoir être excités par les hélices.

Cette méthode laisserait subsister malgré tout quelques aléas, et c'est seulement après les essais que l'on pourra réaliser les dernières retouches.

En effet, l'étude attentive des résultats des mesures systématiques concernant l'amplitude des vibrations observées sur certains paquebots, conduit à mettre en doute, surtout pour les très grandes unités, la légitimité de la théorie classique des vibrations, qui met en avant la notion de résonance. Plutôt que la résonance, il semble que pourraient être mises en cause, dans ce cas, les *interférences* qui se produiraient en des points déterminés, entre ondes vibratoires

qui se propagent inégalement dans la tôlerie du navire. Il serait alors pratiquement impossible de prévoir le phénomène, au moins dans l'état actuel de nos connaissances.

Dans le cas particulier de la *Normandie*, en gros, il naît, dans la région des hélices, des ondes de propagation, ondes qui s'amortissent d'ailleurs avant de dépasser la moitié du navire, mais qui subissent, sur les discontinuités de la charpente, de nombreuses réflexions, qui créent à leur tour en certains points des « ressacs ». Ces ressacs n'ont rien de commun avec la résonance naturelle. Il n'y a pas plus, dans ce cas, de résonance qu'il n'y en a pour la mer le long d'une digue où la houle en se réfléchissant, donne lieu à un clapotis.

A la fin de son service d'été 1935, la coque de la *Normandie* a été l'objet de nombreuses mesures qui ont mis en évidence les points où devait porter l'effort des constructeurs. Nous verrons, après ces six mois de désarmement hivernal, si, comme pour les précédents transatlantiques atteints d'imperfections semblables dans les premiers mois de leur existence, les solutions appliquées au superliner français prouveront, malgré la complexité du problème, leur complète efficacité. JEAN HIERSAC.

N. D. L. R. — Nous avons volontairement laissé de côté la description des appareils employés pour effectuer les mesures relatives aux vibrations. Nous avons du reste déjà décrit, dans *La Science et la Vie*, le *manographe photocathodique* « Labarthe » (n° 195, page 211). Nous comptons présenter également un autre instrument de mesure, qui repose sur l'application d'un principe bien connu en physique : le *vibrographe accélérographe piézoélectrique* « Beaudouin ».

Les constructeurs français poussent activement la fabrication des appareils de chasse, conformément au programme établi il y a environ quinze mois. On sait que les conditions exigées alors par le ministre de l'Air parurent, à l'époque, particulièrement difficiles à réaliser. Or, en 1936, les caractéristiques de nos « chasseurs » semblent répondre avec succès à ces conditions qui assurent à nos appareils — les plus récents — des qualités qui peuvent rivaliser avantageusement avec celles des meilleurs avions similaires étrangers actuels. On peut même affirmer que certains d'entre eux sont surclassés par les nouveaux avions français. Tel, par exemple, le *Morane-405*, dont la vitesse dépasse 460 km/h et qui répond à toutes les conditions exigées fin 1934 : minimum de vitesse 450 km/h à 4 000 m ; décoller et atterrir sur un terrain de 400 m bordé d'obstacles de 8 m de haut ; stabilité parfaite à tous régimes ; maniabilité aisée ; armement puissant ; dispositif « pare-flammes » rendant l'avion de chasse invisible la nuit aux yeux de son adversaire ; équipement « radio » permettant de communiquer avec le sol et avec les avions en vol ; équipement pour les vols de nuit ; inhalateur d'oxygène et, bien entendu, volets d'intrados (1), trains escamotables (2), hélices à pas variable (3), refroidissement de moteur (éthyl-glycol), etc. Cette simple énumération suffit à démontrer que nous sommes bien en présence d'un appareil vraiment moderne.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 209, page 377 — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 188, page 150.
 (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 183, page 235.

LE VENT, COMME LA HOUILLE BLANCHE, PRODUCTEUR D'ÉNERGIE

Par C. GRINAULT

L'utilisation du vent comme source d'énergie, aussi ancienne que celle de l'eau, est loin d'avoir progressé comme cette dernière. A côté des centrales hydroélectriques modernes, quelques stations éoliennes de faible puissance — disséminées dans le monde — attestent seules les efforts entrepris dans ce domaine. Ce retard est dû, en particulier, aux difficultés de remédier à l'irrégularité du vent. Cependant, en U. R. S. S., poursuivant la réalisation du plan d'électrification générale du pays, les ingénieurs ont estimé que, fonctionnant en parallèle avec des centrales hydroélectriques, un réseau de stations éoliennes serait susceptible d'apporter — à bon compte — un appoint d'énergie non négligeable. A ce point de vue, la station d'essai de 100 kW, qui a été édifiée à Balaclava (Crimée) a montré que l'on pouvait escompter d'intéressants résultats. Un ingénieux dispositif permet, en effet, de faire varier la surface active des trois pales de la roue de 30 m de diamètre pour maintenir constante sa vitesse de rotation malgré les variations de celle du vent. D'autres stations plus puissantes (1 000 kW), avec roues à trois pales de 50 m de diamètre, vont d'ailleurs être construites en U. R. S. S. Elles pourront fournir chacune 2 300 000 kW.h par an, dans les conditions normales du régime des vents.

LES premières tentatives d'utilisation de l'énergie du vent sont au moins aussi anciennes que celles concernant la captation des chutes d'eau. Peu de progrès ont été accomplis, si on en juge par comparaison avec la technique moderne de la houille blanche. A côté des centrales hydrauliques actuelles de grande puissance, capables d'alimenter en énergie électrique des régions entières, on ne trouve encore, en effet, que de rares installations éoliennes, peu importantes. Les ingénieurs de l'U. R. S. S. ont étudié particulièrement le problème qui fait partie du plan général d'électrification du pays, l'une des bases du plan quinquennal (1). Cependant, ils considèrent seulement les centrales éoliennes comme une source auxiliaire d'énergie susceptible de collaborer avec les autres installations, et en particulier avec les usines hydroélectriques.

Ce qui caractérise, en effet, une installation éolienne, c'est, d'une part, la constance relative de l'énergie moyenne annuelle fournie et, d'autre part, l'irrégularité de sa répartition au cours d'une année. Dans ces conditions, il est difficile de prévoir des installations autonomes. Par contre, le travail en parallèle avec une usine hydraulique se conçoit aisément. Au moment du plein rendement de l'ensemble éolien, on peut, sans inconvénient, réduire le débit

du barrage, tout en assurant l'alimentation régulière du réseau. Par contre, pendant les périodes de calme plat ou de vent faible, c'est l'usine hydraulique seule qui fournit l'énergie nécessaire. L'accouplement des deux installations permet donc une utilisation particulièrement économique de la houille blanche et même l'exploitation de réserves d'eau nettement insuffisantes pour un fonctionnement isolé. On aboutit de même à une économie de combustible, si les centrales éoliennes travaillent en parallèle avec des centrales thermiques. Cependant, ces dernières étant, en principe, beaucoup moins souples, l'économie réalisée est moins importante.

Les études théoriques entreprises doivent, évidemment, recevoir la sanction de la pratique. C'est pourquoi le gouvernement de l'U. R. S. S. a fait établir une station d'essai sur un plateau bien dégagé situé à quelques kilomètres du littoral, près de la ville de Balaclava (Crimée). La vitesse moyenne annuelle du vent, à l'emplacement de la station, atteint 5,75 mètres par seconde.

Renonçant à des roues à grand nombre de pales et à faible vitesse de rotation, on a eu recours, pour la station de Balaclava, à une hélice à trois branches accomplissant en moyenne 30 tours à la minute et mesurant 30 mètres de diamètre. Les pales de l'hélice portent des petites surfaces régulatrices permettant de modifier automatique-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 166, page 263.

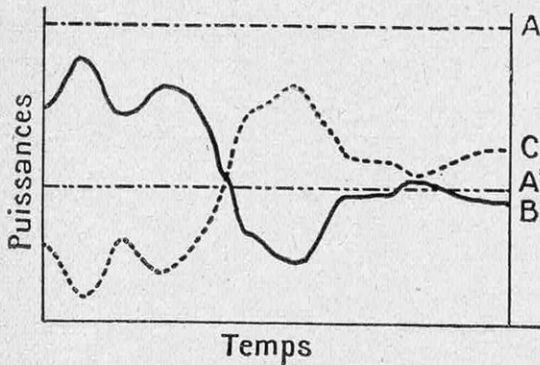


FIG. 1. — COURBES DU TRAVAIL EN PARALLÈLE D'UNE STATION ÉOLIENNE ET D'UNE CENTRALE HYDRAULIQUE

La puissance demandée par le réseau est représentée par la ligne A. La centrale hydroélectrique fournit une puissance représentée par la courbe C, et la station éolienne la puissance représentée par la courbe B. Dans ces conditions, la puissance moyenne demandée à la centrale hydroélectrique n'est plus que celle figurée par A'.

ment le pas des pales et de maintenir constante la vitesse de rotation de la roue pour les divers régimes du vent. Voici comment est obtenue cette régulation automatique. Les surfaces stabilisatrices sont reliées par des tiges et des leviers à des poids mobiles situés à l'intérieur des pales. En régime normal, lorsque la vitesse voulue est atteinte, les surfaces auxiliaires sont orientées de façon à se trouver dans le sillage des pales et à n'éprouver aucun effort latéral. Si — par suite d'une variation de la vitesse du vent ou de la charge — le nombre de tours augmente, les poids mobiles, équilibrés par des ressorts, se déplacent sous l'action de la force centrifuge et font tourner les stabilisateurs. L'effort que le vent relatif produit alors sur ces stabilisateurs fait varier le pas de l'hélice motrice de manière à diminuer l'action du vent. La vitesse

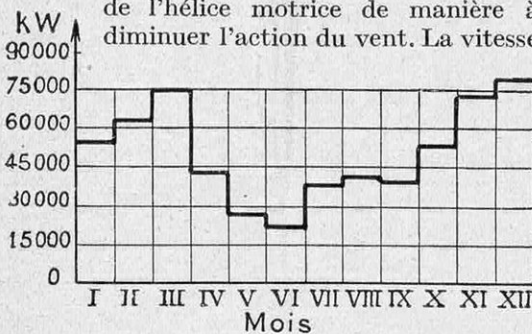


FIG. 2. — GRAPHIQUE DES VARIATIONS DE L'ÉNERGIE FOURNIE AU COURS D'UNE ANNÉE PAR LA STATION ÉOLIENNE D'ESSAIS DE BALACLAVA (U. R. S. S.)

Pour une vitesse de rotation de l'hélice de 30 t/mn, l'énergie fournie en un an est de 600 000 kW.h.

diminue jusqu'à sa valeur normale pour laquelle l'équilibre se rétablit.

L'hélice entraîne un générateur asynchrone de 93 kW qui, par suite des bonnes conditions de refroidissement, travaille avec une surcharge constante de 10 % environ. La station éolienne fournit le courant au réseau de la ville de Sébastopol desservant la région. Ce courant est envoyé sous la tension de 6 300 volts.

Le générateur électrique, les engrenages, les commutateurs automatiques et, en général, tout l'appareillage de service sont enfermés dans une cabine en forme de cigare placée au sommet de la tour de 25 mètres portant l'hélice motrice. L'énergie électrique est envoyée par câbles à la station proprement dite, placée à côté de la tour. Celle-ci comporte les divers appareils de mesure, de distribution et de protection en haute tension, ainsi que les locaux destinés au personnel. Une ligne aérienne de 2,6 kilomètres réunit la station avec le réseau.

La cabine principale est munie de deux petites passerelles mobiles qui, étant ouvertes, permettent l'examen et l'entretien des pales et du système compensateur.

Mais il ne suffit pas de régler la vitesse de l'hélice selon celle du vent. Il faut encore orienter le moteur éolien suivant la direction des courants aériens. A cet effet, l'hélice et la cabine qui lui est solidaire sont soumises à l'action d'un moteur électrique de 1,5 ch se déplaçant le long d'un rail circulaire. Ce moteur est mis en route automatiquement par un petit gouvernail-girouette installé au sommet de la cabine.

Dans ces conditions, le fonctionnement de la station est entièrement automatique. Dès que le nombre de tours atteint la valeur nécessaire, le générateur est mis en communication avec le réseau. L'accroissement de la vitesse du vent est immédiatement compensé par le système régulateur, et la vitesse prévue de 30 tours/minute reste constante. Un changement de la direction du vent est immédiatement enregistré par la girouette. Cette dernière, en se déplaçant, établit le contact d'un des deux relais com-

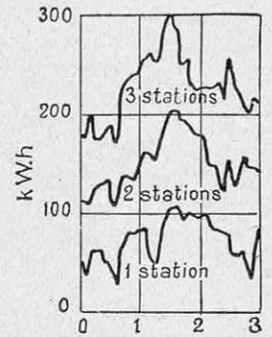


FIG. 3. — COURBES DE PRODUCTION D'ÉNERGIE D'UNE, DEUX OU TROIS STATIONS ÉOLIENNES TRAVAILLANT EN PARALLÈLE

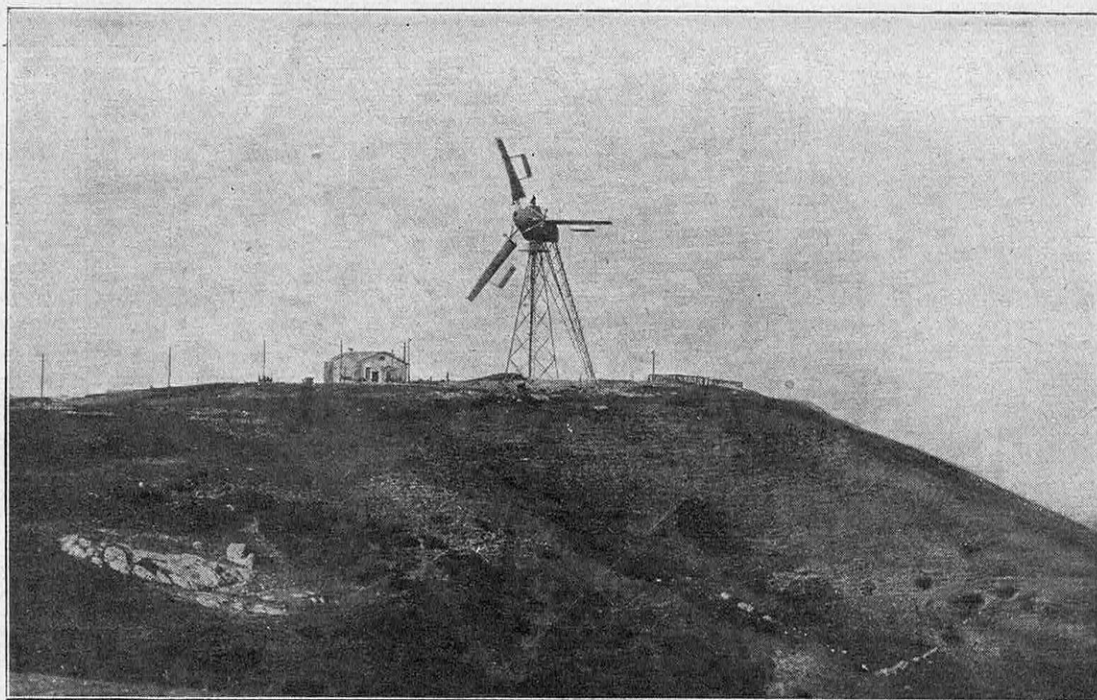


FIG. 4. — ENSEMBLE DE LA STATION ÉOLIENNE DE 100 KW DE BALACLAVA (CRIMÉE)
Les petites pales visibles à côté des grandes règlent automatiquement la vitesse de l'éolienne à 30 t/mn

mandant le moteur d'orientation, et celui-ci tournant dans le sens convenable ramène la roue motrice face au vent. Si, par suite d'une diminution de la vitesse de ce dernier, celle de l'hélice tombe au-dessous de la valeur prévue, les commutateurs automatiques coupent instantanément la liaison de la station avec le réseau, et l'ensemble continue à tourner à vide ou même s'arrête, en attendant que la vitesse du vent devienne à nouveau suffisante. Tous les appareils et relais auxiliaires travaillent avec une tension de 240 volts seulement, pour éviter tout accident. Des indicateurs lumineux et autres permettent d'ailleurs au personnel de vérifier, à chaque instant, le fonctionnement de la station.

Les résultats obtenus

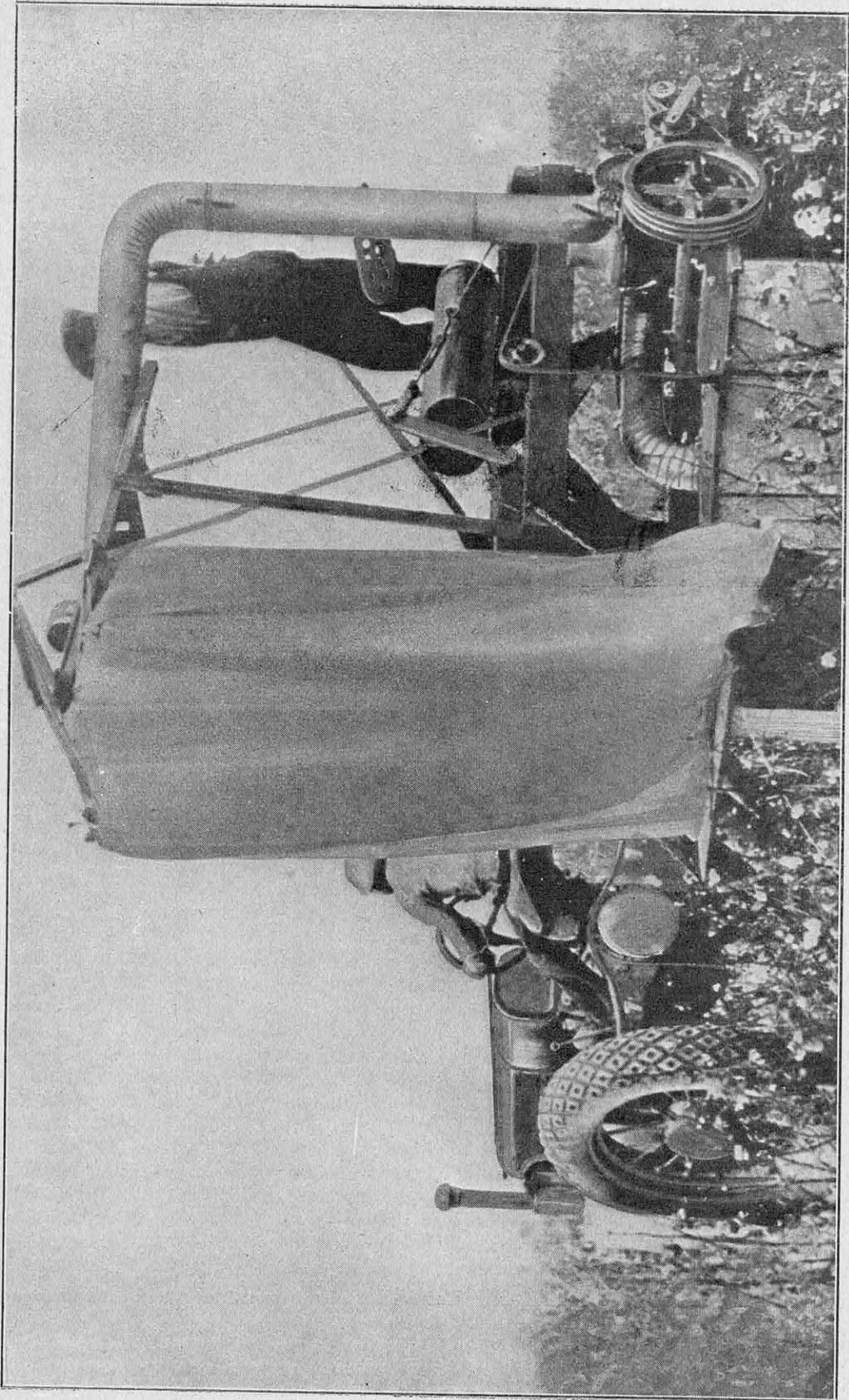
Après les premiers essais de 1931, diverses modifications de détails durent être apportées à plusieurs reprises, de sorte que le fonctionnement régulier de la station n'a commencé qu'en 1933. La durée moyenne de travail journalier de l'ensemble a varié

de 4 à 10 heures, et l'énergie totale fournie au réseau fut de 300 000 kW.h environ. Comme il fallait s'y attendre, cette énergie fut distribuée d'une façon irrégulière, selon les divers mois de l'année (fig. 2).

Les études poursuivies ont montré, en outre, qu'il est préférable de prévoir un système de plusieurs stations rapprochées. On évite ainsi les variations individuelles de rendement dues aux variations passagères et locales de la vitesse du vent. Par exemple, si une seule station peut accuser des variations allant jusqu'à 4,4 %, le travail en parallèle de trois stations limiterait cette variation à 1,8 % seulement.

Le Centre d'Etudes de l'U. R. S. S. se prépare, d'ailleurs, à continuer les essais et à établir une série de nouvelles stations de 1 000 kW. Ces ensembles comprendront plusieurs tours de 50 mètres de haut et seront munis de roues à trois pales réglables de 50 mètres de diamètre. Entièrement automatiques, ces centrales éoliennes doivent fournir près de 2 300 000 kW.h par an.

C. GRINAULT.



CETTE MACHINE ULTRA-MODERNE, QUI PERMET DE RÉCOLTER ENTRE 400 ET 700 KG DE COTON A L'HEURE, ALORS QU'UN HOMME N'EN CUEILLE QUE 90 KG PAR JOUR, VIENT D'ÊTRE EXPÉRIMENTÉE PRÈS DE PHOENIX, DANS L'ARIZONA (ÉTATS-UNIS)

LES GRANDES MATIÈRES PREMIÈRES

QUI, DE L'ORIENT OU DE L'OCCIDENT, GAGNERA LA BATAILLE DU COTON ?

Par GEO BRUNERY

En dépit de ses applications de tous ordres (tissus, vêtements, objets de pansements, explosifs, pneumatiques, etc.), qui lui ouvrent un marché d'une ampleur exceptionnelle, le coton est l'une des matières premières indispensables qui ont eu le plus à souffrir du déséquilibre général né de la guerre de 1914. Jusqu'à ces dernières années, les Etats-Unis produisaient à eux seuls plus de coton que tous les autres pays réunis. Depuis deux ans, leur position prépondérante va en s'affaiblissant, tandis que l'Égypte, les Indes, la Russie, le Brésil, la République Argentine (ces deux derniers pays pouvant compter comme nouveaux venus parmi les producteurs mondiaux) sont en progression croissante et occupent, surtout sur le marché d'exportation, une place de plus en plus grande. L'effort de redressement par limitation de la production, tel que le poursuivait aux Etats-Unis la politique agricole du président Roosevelt (Agricultural Adjustment Act) vient de recevoir, par l'arrêt récent de la Cour suprême, un coup très grave qui apporte un nouvel élément d'incertitude sur le marché mondial. A la surindustrialisation et aux barrières douanières qui entravent tous les échanges internationaux, vient, en outre, s'ajouter, pour le coton, la concurrence nouvelle de la rayonne (1) de synthèse et des textiles de remplacement. Quant à la situation générale de l'industrie transformatrice, elle apparaît encore fort confuse. Les filatures et tissages du Lancashire, en Grande-Bretagne, exportaient avant la guerre les quatre cinquièmes de leur production. C'est le marché intérieur, aujourd'hui, qui en absorbe plus de la moitié, par suite, d'une part, de la concurrence nipponne, d'autre part, du développement de la production indigène des Indes anglaises. Dans certaines filatures, les deux tiers des broches sont restées au repos l'année dernière. Pour la Grande-Bretagne, la rénovation de son équipement industriel et de son outillage quelque peu vieilli — fort au-dessous du matériel ultra-perfectionné dont sont dotées maintenant les manufactures japonaises — est une question d'importance vitale. C'est cette rénovation seule qui permettra, en abaissant les prix de revient, de soutenir la lutte sévère contre les centres — si puissants — de production en Extrême-Orient.

LE coton, tout comme le blé, est un des quelques produits agricoles dont le marché joue, au point de vue économique mondial, un rôle de tout premier plan ; on sait que ses emplois sont multiples, aussi bien dans le domaine des besoins pratiques de la vie normale (tissus, vêtements, objets de pansement, d'hygiène, etc.), que dans le domaine plus exceptionnel des armements et des besoins militaires (explosifs). Cependant, en dépit de ces applications de tous ordres, on doit admettre que le coton est une des matières premières qui ont eu le plus à souffrir du déséquilibre général survenu dans les années qui ont suivi la guerre de 1914-1918.

Un coup d'œil rétrospectif sur les origines de l'utilisation de cette matière nous montre que l'usage du coton remonte à la plus haute antiquité. D'après Hérodote, les Indiens

fabricaient leurs vêtements avec la fibre des cotonniers, et il est fort possible que les Egyptiens aient, de tout temps, employé des étoffes de même origine.

Depuis lors, évidemment, le problème a peu à peu changé d'aspect, mais il a tout de même fallu attendre jusqu'au milieu du XVIII^e siècle pour trouver un procédé de transformation des fibres qui fût moins rudimentaire. En 1747, en effet, Th. Higgs montait le premier « mule-jenny » (métier employé dans le filage du coton), qui reçut plus tard des perfectionnements de Hargraves ; puis, en 1760, Richard Arkwright prit son brevet pour sa première machine.

Il existait alors, en Angleterre, 5 200 fileuses au petit rouet et 2 700 tisseuses qui, presque toutes, voulurent s'opposer à la mise en marche des nouvelles machines, sous prétexte que ces dernières devaient enlever l'ouvrage aux ouvriers. Un siècle

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 217, page 21.

Campagnes	Etats-Unis	Autres pays	Total
1931-32	16 877	9 658	26 535
1932-33	12 961	10 624	23 585
1933-34	12 712	12 615	25 327
1934-35	9 142	13 225	22 367

TABLEAU I. — LA PRODUCTION MONDIALE DE COTON DANS CES DERNIÈRES ANNÉES, ÉVALUÉE EN MILLIERS DE BALLES

plus tard, le nombre d'ouvriers employés au tissage et au filage du coton, en Angleterre, passait à 380 000 personnes, et il a crû sans arrêt jusqu'à nos jours... Cependant, les machines dont peuvent se réclamer celles actuellement en usage ne datent guère que de 1854.

La production actuelle du coton dans le monde

A cette époque, les pays producteurs de coton étaient surtout l'Égypte, les Indes, les Antilles, la Guyane, la Louisiane et la Virginie, et, heureux temps, la production arrivait à peine à suffire aux demandes. Ce n'est que par la suite que l'Amérique du Nord devait fournir un gros effort qui plaça les Etats-Unis au premier rang des nations productrices de cette matière si recherchée.

Si l'on prend les chiffres concernant la production mondiale du coton (tableau I), on est amené à constater que, jusqu'à ces derniers temps, la production américaine était sensiblement égale ou même supérieure à celle des autres pays réunis.

On remarque que, pour la campagne 1934-35, la part des Etats-Unis dans la production mondiale a fléchi sensiblement, alors que celle des autres pays a accentué sa progression. Pourquoi ?

Parce que, d'une part, les caprices de la température ont exercé une influence certaine sur les rendements des plantations de l'ouest, et que, d'autre part, les Etats-Unis ont appliqué les dispositions du « bill Bankhead » tendant à réduire le montant des récoltes en vue de revaloriser les prix du produit. Il fallait, en effet, tout d'abord, chercher à résorber l'excédent de production qui pesait sur les cours de la matière à New York, cours dont le niveau exerce une influence prépondérante sur les mercuriales du monde entier. Deux solutions possibles paraissaient applicables : ou bien une restriction volontairement consentie par les intéressés, ou bien un sacrifice imposé par la loi et sanctionné par des pénalités,

Or, si les surfaces emblavées diminuèrent, — et, pour 1933-34, un quart de la superficie ne fut pas ensemencée, — les intéressés tournèrent la loi en augmentant le rendement par l'emploi d'engrais, ce qui nécessita une limitation plus rigoureuse. La législation fut alors renforcée en ce sens que la production devait au maximum atteindre 10 millions de balles, et comme la consommation était escomptée devoir porter sur 15 millions, l'excédent de cette dernière devait servir à amortir les stocks, lesquels, pour les Etats-Unis seulement, étaient évalués à 9 007 000 balles, sur un total de 13 408 000 balles dans le monde.

Mais ces prévisions ne se sont pas trouvées justifiées par la suite, car la consommation de coton américain n'a pas été aussi forte que l'on pouvait l'espérer (tableau II).

Le coton étranger a été absorbé avec beaucoup plus de facilité que le coton américain ; ceci tient à ce que les stocks américains étaient tenus à l'écart du marché, afin de ne point déprimer les cours, alors que les autres producteurs mondiaux, n'étant pas liés à cette politique de restriction, ont servi toutes les demandes, sapant ainsi les effets de cette dernière.

La politique agricole des Etats-Unis n'a pas obtenu, pour le coton, les résultats escomptés

Il semble donc bien établi que les mesures d'économie dirigée dont s'inspire le programme du président Roosevelt n'ont pas abouti entièrement au résultat cherché, qui était d'assainir la position statistique du marché intérieur, puisque les stocks aux Etats-Unis demeurent anormalement élevés. Une seule constatation s'impose ; c'est que la grande république américaine est en train de perdre irrémédiablement la suprématie qu'elle possédait sur le marché du coton dans le monde, tout en engageant des sommes formidables pour financer un plan de restriction qui, jusqu'ici, n'apparaît donner de résultats vraiment positifs qu'aux

Campagnes	Coton américain	Autres pays	Total
1931-32	12 506	10 501	23 007
1932-33	14 405	10 347	24 752
1933-34	13 680	11 792	25 472
1934-35	11 314	14 150	25 464

TABLEAU II. — LA CONSOMMATION MONDIALE DE COTON DANS CES DERNIÈRES ANNÉES, ÉVALUÉE EN MILLIERS DE BALLES

producteurs étrangers et non aux nationaux.

Aussi comprend-on que les tenants de la politique empirique de Washington préconisent la réunion d'une conférence mondiale, afin de faire supporter à chacun sa part du fardeau ; toutefois, on ne saurait attendre quoi que ce soit de réellement substantiel d'une telle conférence en raison de la variété des fibres et des qualités si diverses de coton produites dans le monde, et les producteurs étrangers n'ont, par ailleurs, aucun intérêt à abandonner une politique dont tous les risques sont assumés par les producteurs américains.

Il n'est, du reste, besoin que de jeter un regard rapide sur les documents que chacun connaît pour se rendre compte que l'expérience d'économie faite par les Etats-Unis, dans les conditions relâchées plus haut, a abouti, d'une part, au mécontentement des fermiers — car ces derniers ne vendent pas leur récolte malgré la hausse des cours — et, d'autre part, au mécontentement du consommateur américain, qui était appelé à supporter le poids de la « processing tax » payée pour rembourser l'Etat de la prime consentie aux fermiers qui restreignaient leur production.

Cette situation n'est pas sans engager gravement les finances de la grande république américaine, et ce dans un moment où, de tous côtés, des efforts sont tentés pour augmenter les possibilités de production. Non seulement les pays déjà adonnés depuis toujours à la culture du coton intensifient leur production, notamment les Indes anglaises, la Chine, la Russie, l'Egypte, pour ne parler que des plus importants, mais de nouveaux compétiteurs sont survenus, dont les progrès s'accusent d'année en année, rendant de plus en plus illusoirs les mesures de redressement intérieur prises par le gouvernement de Washington sur le marché du coton.

L'Amérique du Sud pourrait devenir un sérieux concurrent pour les Etats-Unis

C'est ainsi que les pays sud-américains, Brésil, République Argentine, peuvent compter parmi les nouveaux producteurs de coton. Ils ont vu leur production croître dans des proportions formidables.

La récolte du coton au Brésil, par exemple, a suivi la progression suivante (en balles de 478 livres) :

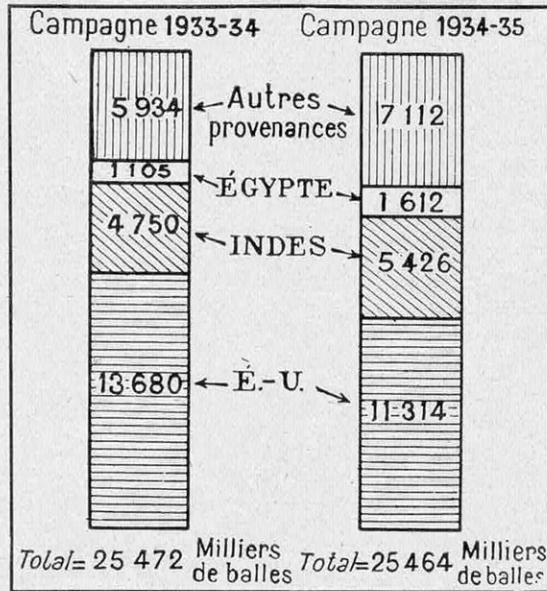


FIG. 1. — LA COMPARAISON DES CHIFFRES SE RAPPORTANT AUX CAMPAGNES 1933-1934 ET 1934-1935 MONTRE L'AFFAIBLISSEMENT DE LA SITUATION DOMINANTE DES ETATS-UNIS DANS LA PRODUCTION DU COTON DANS LE MONDE

EXERCICE	PRODUCTION (en balles)
1932-33..	450 000
1933-34..	970 000
1934-35..	1 350 000 (1)
1935-36..	2 000 000 (évaluation)

Pour la République Argentine, les surfaces enssemencées en coton ont crû rapidement depuis quelques années, surtout depuis que se précisaient les méthodes de Washington, et — après avoir tenu compte des besoins intérieurs, qui, pour certaines sortes, sont assurés par l'importation — l'exportation de coton argentin prend, chaque année, plus d'importance ; il n'est pas exclu de penser qu'en

raison de l'énorme étendue de la zone propre à la culture du coton, la République Argentine ne devienne, ainsi que le Brésil, du reste, un concurrent très sérieux pour les Etats-Unis. Déjà, en 1935, elle a exporté plus de 33 000 tonnes, dont 17 000 vers l'Angleterre.

L'Egypte et les Indes britanniques

L'Egypte, qui produit du coton à longue fibre, — donnant soit des filés gros très résistants, soit des filés extrêmement fins pour les tulles et dentelles, — doit à la haute qualité de ses produits de connaître

(1) Sur ce chiffre, plus de 400 000 balles ont été dirigées vers Liverpool. La France, en 1933, a acheté au Brésil un tonnage de coton évalué à 2 556 000 fr et, en 1934, à 45 176 000 fr. Pour 1935, les chiffres définitifs ne sont pas encore connus, mais on croit qu'ils ne sauraient être inférieurs à 60 millions de fr.

une forte progression de ses exportations en Angleterre, en France et en Italie notamment.

Les Indes produisent une fibre courte employée surtout pour la confection de tissus de seconde qualité ; le marché intérieur consomme plus de coton que les filatures de l'intérieur n'en exportent, mais les exportations portent quand même sur des chiffres intéressants, puisqu'elles atteignent environ 3 millions de balles (de 400 livres) se décomposant ainsi : Grande-Bretagne, 255 000 ; Europe continentale, 870 000 ; Chine, 483 000 ; Japon, 527 000 ; le solde étant réparti en divers pays de moindre importance comme acheteurs. Ajoutons toutefois que le coton des Indes voit sa qualité s'améliorer, grâce aux travaux d'irrigation qui ont été exécutés au cours de ces dernières années et qui permettent d'obtenir des fibres plus longues, se rapprochant de la fibre égyptienne.

Les colonies britanniques ont également vu croître leur production qui, en 1927, portait sur 374 900 balles et qui, en 1932, dépassait déjà 500 000 balles.

En 1935, cette production s'établissait, approximativement, à 523 000 balles.

Le coton dans les colonies françaises

Enfin, on ne saurait non plus ignorer l'effort tenace poursuivi par nos colons et, depuis peu, soutenu par le Gouvernement français, dans le domaine qui nous intéresse. En Indochine, en Algérie, au Maroc, à Madagascar, en A. O. F., en Océanie, les résultats obtenus jusqu'ici sont considérés comme très satisfaisants.

La question du rendement a retenu particulièrement l'attention des autorités, et ce n'est qu'après de patientes observations, tant en ce qui concerne la nature des terrains que le climat et les possibilités d'organisation, qu'une sélection des graines a pu, sur nos territoires d'outre-mer, être faite d'une façon rationnelle.

Ainsi, à Baoulé (Côte d'Ivoire), les indigènes — avec leurs moyens primitifs et la qualité médiocre des semences qu'ils employaient — n'obtenaient, il y a une dizaine d'années, qu'un rendement de 80 kg de coton brut à l'hectare ; or, les variétés de *Barbadeuse* (Bouaki, M'Bahiano ou Katiala) permettent d'augmenter le rendement jusqu'à près de 300 kg à l'hectare.

On a même pu, avec la variété *Ishan*, arriver à une production de près de 500 kg, et 610 kg en moyenne avec la *Gossypium Brasiliens*.

Ce qui s'est passé pour la production de la Côte d'Ivoire a été également observé en A. O. F., à Madagascar et dans la plupart de nos colonies, où les variétés à cultiver doivent être l'objet d'un examen très attentif. Ainsi, au Maroc, où les plantations sont, en quelque sorte, concentrées dans le Gharb et au Tadla, la culture obtient des résultats assez encourageants, puisqu'ils varient de 300 à 600 kg à l'hectare, les hauts rendements étant obtenus avec l'application d'un système d'irrigation normale. Au Maroc, les planteurs se sont mis d'accord pour employer les variétés égyptiennes qui passent, avec juste raison, pour être les meilleures au monde ; le *Pinia*, dont la qualité s'apparente à celle du *Sakerlaridir*, donne une fibre très recherchée par sa longueur et son homogénéité.

La crise a évidemment gêné l'indigène dans son effort, mais il faut tenir compte de l'aide matérielle apportée par la Métropole, dont le programme vise à l'approvisionnement possible de notre industrie textile en coton colonial, pour apprécier la situation créée par les difficultés de l'heure présente.

La dépréciation des cours du coton

Les difficultés auxquelles les producteurs ont eu à faire face dans tous les pays se sont forcément traduites par une grosse dépréciation des cours depuis quelques années ; on s'en rendra compte par le tableau suivant :

ANNÉES	COURS MOYEN A NEW YORK
1924	30,80 cents
1926	21,30 —
1928	20,45 —
1930	13,65 —
1932	6,90 —

A partir de 1933, il faut compter avec la dévalorisation du dollar ; aussi, le cours moyen remonte-t-il à 11,50 cents papier en 1934, à 12 cents en 1935, et le *cours actuel* s'établit aux environs de 11,37 cents papier, c'est-à-dire *ramené, en or, à 6,82 cents*. On doit donc admettre que les cours de New York, en dépit d'une petite pointe poussée en 1934 où le cours de 13,75 cents papier a été touché, n'ont manifesté aucune tendance à l'amélioration.

L'industrie textile dans le monde

Quant à l'industrie textile, elle apparaît, elle aussi, avoir souffert de la crise, et le nombre des broches en activité dans le monde s'inscrit en moins-value appréciable sur celui constaté pendant la période de superactivité de 1929.

Si même l'on considère le nombre de broches en activité en 1913, qui avoisinait 143 millions 1/2, et qu'on le compare à celui de 1929, qui dépassait 164 millions, et à celui de 1935, qui est revenu à 158 millions environ, on arrive à admettre que peu de changements sont intervenus dans une industrie aussi puissante que l'industrie textile.

Toutefois, il doit être tenu compte des changements parfois sensibles observés, tant en ce qui concerne l'augmentation de la production par broche — qui est très supé-

sumes plus en temps normal, car le Japon s'est équipé pour concurrencer les filateurs britanniques, dont la situation financière est mauvaise, alors que les Nippons produisent à bon marché, grâce à un matériel ultra-moderne et à des salaires extraordinairement bas.

Aux Etats-Unis, l'amélioration, toute de surface, des industries textiles est fonction du succès que rencontrera dans son application le « Bankhead Act », dont nous avons parlé plus haut et qui, en renchérissant les

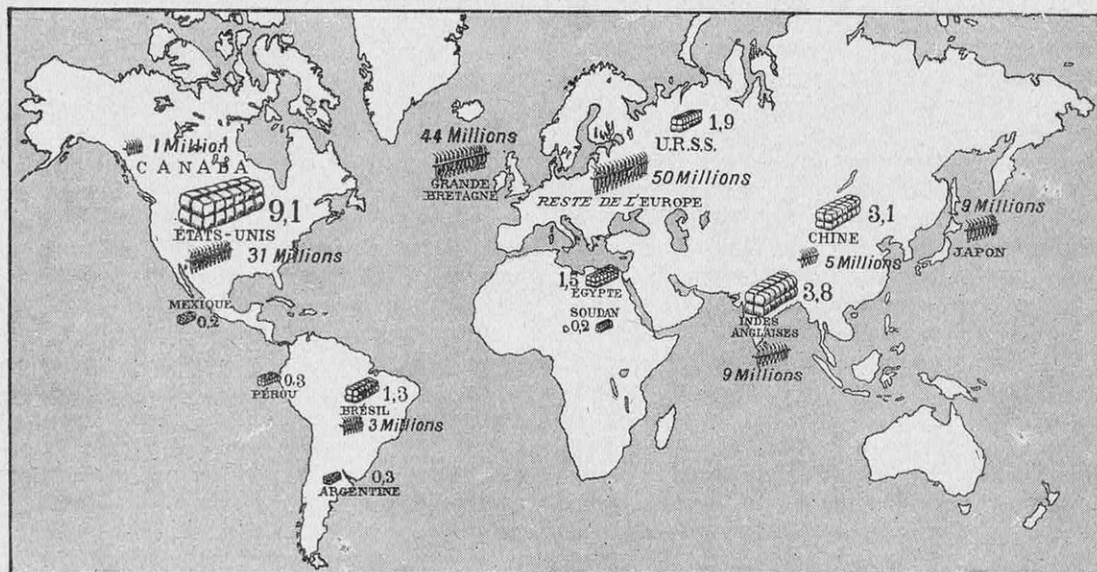


FIG. 2. — CE PLANISPHÈRE MONTRE, D'UNE PART, L'IMPORTANCE DE LA RÉCOLTE COTONNIÈRE (EN MILLIERS DE BALLES DE 225 KG) DANS LES PRINCIPAUX PAYS PRODUCTEURS, ET INDIQUE, D'AUTRE PART, LE NOMBRE DES BROCHES A FILER LE COTON EXISTANT DANS LES PAYS OU L'INDUSTRIE TEXTILE S'EST DÉVELOPPÉE JUSQU'À PRÉSENT

rieure depuis la guerre — que de la répartition de filatures dans les pays intéressés. C'est ainsi qu'en Grande-Bretagne le nombre de broches, depuis la guerre, a fléchi de 10 %, en Allemagne de 12 %, alors qu'il augmentait de 40 % en France, de 30 % en Russie, de 20 % en Italie, de 15 % en Belgique, de 40 % aux Indes, au Canada ; qu'il triplait en Hollande, qu'il doublait au Brésil, etc.

En ce qui concerne l'Angleterre, il est incontestable que la situation des filateurs du Lancashire est loin d'être brillante, en dépit de la légère détente observée au cours des dernières semaines. L'humidité du climat, l'habileté des ouvriers et une remarquable organisation commerciale, tout se conjuguait évidemment pour donner à l'industrie de cette contrée une stabilité exceptionnelle en temps normal ; mais nous ne

prix intérieurs, a provoqué, pour le moment, une restriction du pouvoir d'achat de la population. Par ailleurs, la politique d'économie dirigée poursuivie par le président Roosevelt enlève à l'industrie textile le moyen de résorber rapidement les stocks en travaillant comme auparavant pour l'exportation.

La situation en France a été très difficile pour l'industrie textile ; mais, depuis quelques mois, une reprise assez marquée s'est prononcée. En Italie, le Gouvernement de Rome a procédé à de gros achats de coton, tant pour le compte des industries textiles que pour les besoins de la campagne d'Ethiopie.

L'industrie cotonnière en U. R. S. S. et au Japon

Mais les points sur lesquels il convient d'attirer spécialement l'attention sont les possibilités futures des industries transfor-

matrices de l'U. R. S. S. (1) et du Japon (2). L'évolution de ces pays constitue certes un danger contre lequel les grands centres européens ne paraissent pas s'être armés suffisamment.

L'industrie cotonnière soviétique — après une longue période de tâtonnements due tant à l'imperfection des cadres qu'à la mauvaise qualité de la main-d'œuvre, qui ne permettait pas une utilisation rationnelle de l'excellent outillage en place — a paru avoir, en 1935, surmonté une grosse partie de ses difficultés techniques.

Aussi la production tend-elle à progresser ; de 2 246 millions de mètres de cotonnades fabriqués en 1931, les statistiques soviétiques accusaient, en 1934, 3 050 millions de mètres, et les indications relatives à 1935 permettent d'escompter une production de 3 620 millions de mètres ; pour les époques en question, le pourcentage des rebuts est tombé de 37 à 18 %, sans que, cependant, la qualité des produits courants puisse encore être comparée à celle des usines de l'Europe occidentale.

Au Japon, l'industrie cotonnière occupe le premier rang des industries nippones ; actuellement, 9 915 000 broches filant le coton sont en activité ; plus 835 000 broches à retordre, sans compter les broches fonctionnant sous le contrôle des firmes japonaises en Chine et au Manchoukouo, qui sont évaluées à près de 2 millions d'unités environ.

La consommation du premier semestre de 1935, au Japon, a été supérieure de 9 084 000 balles à celle de la période correspondante de 1934, et on s'attend à ce que celle du second semestre accuse elle aussi une progression substantielle.

Parmi les gros exportateurs de coton au Japon, citons, par ordre : les Etats-Unis, les Indes, l'Egypte, la Corée, les plantations de Rangoon, d'Afrique, du Pérou, de Turquie, du Brésil, etc.

Pour les tissus de qualité supérieure, le Nippon se procure surtout du coton américain, et il a cherché en outre, par des achats pratiqués en Egypte, à ouvrir ce marché aux marchandises japonaises ; mais le Gouvernement du Caire, à l'instigation de l'Angleterre, semble-t-il, a dénoncé le traité de commerce avec Tokio, qui, vraisemblablement, suspendra en Egypte des demandes dont l'importance n'était pas niable, puisque, pour le premier semestre de 1935, elles portaient sur 4 360 000 balles...

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 215, page 391.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 223, page 57.

Quelle sera l'évolution prochaine du marché du coton ?

En matière de conclusion, il apparaît difficile de hasarder un pronostic sur les conditions dans lesquelles le marché du coton sera appelé à s'établir dans l'avenir. Le coton est apparu dès le début de l'activité industrielle dans le monde, et il a parcouru, comme elle, un chemin qui a paru être sans histoire. Or, depuis la guerre, la surindustrialisation d'une part, les barrières douanières d'une autre, ont modifié complètement l'aspect du problème ; on a tendance à pratiquer les méthodes qui aboutissent à l'autarchie ; vivre sur soi-même, en produisant pour ses besoins, c'est la formule que, de toutes parts, on veut appliquer sans se rappeler que la prospérité dans le monde n'a pu s'installer durant de longs lustres que grâce à un libre-échange sinon rigoureux, mais du moins suffisamment large pour que les produits de la terre puissent circuler au meilleur prix.

Actuellement, on cherche à produire du coton n'importe où, même si le prix de revient et même si la qualité ne sont pas en mesure de lutter efficacement avec ceux de concurrents favorisés par la nature. Et, à ces difficultés nées de l'incompréhension de l'homme, il faut ajouter, en ce qui concerne le coton, la concurrence faite à cette matière par la rayonne (1).

Ceci ne veut pas dire que le coton n'en restera pas moins la matière la plus employée pour vêtir les humains ; mais il aura à se défendre à la fois contre la surproduction inévitable, et contre les empiétements des produits de remplacement et des produits de synthèse. En tout cas, deux choses apparaissent certaines, c'est que la suprématie des Etats-Unis est maintenant battue en brèche et que la situation du marché du coton apparaît des plus confuses.

Au reste, le problème du coton n'apparaît pas près de recevoir une solution définitive, car la décision de la Cour Suprême des Etats-Unis dénonçant l'« Agricultural Adjustment Act » (A. A. A.) comme non conforme à la Constitution, est sans doute de nature à influencer profondément le marché de ce produit.

Il y a là, en dernière analyse, un ensemble d'éléments perturbateurs dont il est impossible de prévoir les répercussions et qui compliquent plus que jamais l'aspect du problème cotonnier sur le plan mondial.

GÉO BRUNERY.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 217, page 21.

PRENONS L'ÉCOUTE

QUELQUES RÉFLEXIONS A PROPOS D'AUTORAILS

A la demande de certaines compagnies de chemins de fer, des constructeurs ont mis à l'étude des autorails à *moteurs à vapeur* susceptibles d'assurer une exploitation aussi simple que les autorails à *moteurs à combustion interne*, mais plus économique (combustible, entretien et amortissement). En France comme en Belgique, de nouvelles automotrices viennent d'être confiées à des industriels spécialisés. Ainsi les ateliers Bugatti achèvent une motrice à vapeur pour le réseau de l'Etat, qui va entreprendre des essais comparatifs avec les autres modes de traction : autorails à moteurs à essence, à moteurs à huile lourde (gas-oil), à gazogènes (charbon de bois préparé en utilisant les vieilles traverses). D'autre part, en France, les ateliers Bugatti achèvent deux locomotives à vapeur d'un type nouveau, une de 2 000 ch pour le P.-L.-M., l'autre de 1 000 ch pour l'Etat, mais qui ne rentrent pas dans la catégorie des automotrices.

D'autre part, en Allemagne, à la suite d'un concours organisé par le Syndicat minier Rhéno-Westphalien, vingt projets furent présentés, dont celui de la maison Krupp, d'Essen, a été retenu.

L'automotrice à vapeur Krupp, qui comprend trois parties articulées (180 places assises) et peut atteindre 130 km/h, se distingue à peine extérieurement des automotrices à moteurs Diesel pour grandes vitesses. Le poids en charge atteint 118 tonnes y compris un important réservoir de combustible (5 tonnes de charbon) permettant une durée de marche de six heures. La vapeur est fournie par une chaudière à tubes légère et rapidement mise sous pression. La machine elle-même consiste en quatre cylindres à pistons, à grande vitesse, dont chacun actionne un axe des deux boggies extrêmes. La vapeur d'échappement de ces cylindres est reçue dans une turbine actionnant les machines auxiliaires, puis passe dans un condensateur refroidi par l'air. L'eau est utilisée à nouveau dans la chaudière, de sorte que la réserve d'eau est réduite au minimum.

En Belgique, la Société Nationale des Chemins de fer belges (S. N. C. F. B.) utilise, depuis 1931, des automotrices à vapeur (« Sentinel ») dont le moteur de 100 ch à 6 cylindres actionne un essieu de l'un des boggies. Le moteur pèse 16 kg par cheval et consomme par km : 3,8 kg de charbon criblé ; 25 litres d'eau ; 9 g d'huile de graissage. Sa vitesse maximum est de 85 km/h, son poids à vide est de 30 tonnes et son rayon d'action de 400 km environ. Un autre type à vapeur, construit en Angleterre, a été mis en service en 1933. L'équipement moteur, comprenant la chaudière et la machine motrice proprement dite, est logé sur un boggie qui forme donc une « unité motrice ». La dépense d'exploitation des deux automotrices précédentes est respectivement de 2 f 19 et 2 f 63 par km (francs belges en 1934) (1).

(1) Pour les automotrices Diesel mécaniques, cette dépense est de 2 f 22 pour les « Maybach » anciennes de 175 ch ; de 1 f 68 pour les « Maybach » nouvelles de même puissance ; de 1 f 30 pour les « Maybach » de 210 ch. Quant aux Diesel électriques, la dépense est de 2 f 05 pour 200 ch et de 2 f 82 pour 410 ch. Ces chiffres ne contredisent pas la tendance à l'économie que nous indiquions au début, parce que l'amortissement et l'entretien du Diesel reviennent plus cher que ceux des motrices à vapeur. C'est, du reste, à ce point de vue que ces dernières vont être comparées avec les autorails à combustibles liquides. Signalons cependant que, sur l'Etat, les dépenses d'amortissement sont en régression constante grâce à l'expérience acquise par le personnel et à la diversité des types permettant d'utiliser celui qui convient le mieux à chaque cas particulier.

Signalons encore que dix automotrices à vapeur du type ci-dessus (« Sentinel ») ont été livrées à l'Etat égyptien. Chacune est composée de deux caisses reposant sur trois boggies ; leur vitesse maximum est de 100 km/h.

Au point de vue sécurité, il y a lieu de signaler que les automotrices à essence ne sont pas toujours plus dangereuses que celles à huile lourde, contrairement à ce que l'on pourrait croire. D'après les statistiques, il faudrait même conclure que ces dernières ont causé des incendies produits par le gas-oil, qui imprègne le plancher des cabines de manœuvre et forme ainsi un élément combustible permanent (l'essence s'évapore rapidement, alors que l'huile lourde demeure). En outre, dans les moteurs Diesel en V, une certaine quantité de combustible liquide se rassemble dans la partie inférieure où la température atteint 1500, d'où émanations de vapeurs inflammables. Sur les réseaux français, une demi-douzaine d'autorails ont ainsi brûlé. — Le prix de revient au kilomètre d'un autorail de 250 ch, pesant environ 30 tonnes et coûtant 600 000 francs environ, est voisin de 4 francs (1 f 20 d'amortissement, 1 f 50 à 2 f de réparations, 0 f 40 de combustible et d'huile, 0 f 60 pour le personnel de conduite et d'exploitation). Ce prix de revient varie, d'ailleurs considérablement, selon le type utilisé, et peut être beaucoup plus élevé. Il ne faut pas non plus perdre de vue que l'application à l'exploitation ferroviaire de véhicules résistants et légers a permis de réduire notablement le poids mort par voyageur : 140 kg pour une Micheline à essence, moins de 600 kg pour une automotrice Diesel contre 1 tonne dans les trains rapides complets à locomotive à vapeur, composés de voitures métalliques.

Signalons que les tendances de la construction des autorails se rapprochent de plus en plus de celles de l'automobile en se ralliant à la « surpuissance ». On passe de 8 ch à 15 ch par tonne tractée, d'où une plus grande souplesse, de plus grandes accélérations, une bonne tenue en côte, toutes qualités recherchées par l'automobile de tourisme. Enfin, mentionnons que, pour les autorails à Diesel, la question des embrayages présente encore certaines difficultés (démarrages) : en effet, au-dessous d'un certain régime de rotation, le moteur à combustion interne « cale », d'où nécessité d'amener le véhicule à la vitesse correspondant à la vitesse minimum du moteur. Ceci ne peut être réalisé qu'au moyen des embrayages.

POUR ÉVITER LES INCENDIES D'AVIONS

Les catastrophes engendrées par l'explosion de réservoirs de carburants dans les accidents d'avions sont fréquentes. Aussi le Ministère de l'Air britannique (pour les forces aériennes) et la Compagnie « Imperial Airway » (pour le transport des passagers) se préoccupent-ils actuellement de remédier aux dangers d'incendie. On aurait mis récemment au point, en Angleterre, des réservoirs *inexplosibles* (et non *inexplosifs*) qui supprimeraient l'une des causes d'incendie en cas de chute ou de perforation par projectiles incendiaires. D'autre part, la Compagnie anglaise de transports aériens expérimente actuellement des moteurs à huile lourde destinés à ses avions commerciaux. La Société « Napier » aurait déjà équipé un appareil de ce genre avec quatre moteurs d'une puissance totale de 2 800 ch. D'autre part, d'après des informations américaines, le professeur Adolph Prussin, de l'École d'aéronautique de l'Université de New York, aurait mis au point une essence *solide*, baptisée « solone », d'une consistance rappelant celle d'une gelée, avec laquelle tout danger d'explosion serait évité. On voit à quel point les Anglais et les Américains se préoccupent de la sécurité des passagers sur leurs lignes aériennes. Il en est de même, du reste, en Allemagne, où la « Lufthansa » exploite certaines de ses lignes avec des avions à moteur à huile lourde, depuis déjà trois ans ! En France (1), rien n'a encore été réalisé pratiquement dans cette voie.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 219, page 233.

LE MOTEUR DIESEL ET LES AUTOMOBILES DE TOURISME

Le moteur à huile lourde (Diesel), qui a conquis le domaine des véhicules industriels, tente de s'imposer maintenant pour la propulsion des voitures de tourisme. Les conducteurs anglais Eyston et Denly viennent de réaliser, sur notre autodrome de Montlhéry, près de 3 700 km en 24 heures, à la moyenne de 153 km/h (exactement 152 km 871). Cette automobile rapide pesant 3 tonnes était de construction anglaise. En Allemagne, au dernier Salon de Berlin (février 1936), plusieurs modèles de voitures à huile lourde ont été présentés, notamment par Mercedes (4 cylindres, 2 600 cm³, vitesse de rotation 3 000 t/mn, développant près de 50 ch). Les essais ont été effectués sur plus de 200 000 km sans aucune défaillance, sans dégager ni fumée, ni odeur. On sait que le Diesel est le plus économique des moteurs à combustion interne, quant à sa consommation. Par contre, il coûte plus cher de fabrication que le moteur à explosion (à égalité de puissance) et son entretien est plus dispendieux. Cependant les ingénieurs de Mercedes estiment que l'économie réalisée compensera largement le supplément de prix d'achat et d'amortissement. C'est à l'industrie allemande que nous devons déjà les meilleurs Diesel : marin, fixe, poids lourds. C'est encore à elle que nous sommes redevables du Diesel rapide pour voitures de tourisme, qui vient d'être mis au point dans ses moindres détails. En France, on étudie aussi la question et certains techniciens nous ont affirmé qu'une grande firme d'automobiles (spécialisée dans la grande série) présenterait une voiture de petite cylindrée équipée avec un moteur Diesel rapide (de l'ordre de 3 000 t/mn) au prochain Salon de Paris.

LANCEMENT DE TORPILLES PAR AVION

L'examen des comptes du Ministère de l'Air britannique n'a donné lieu qu'à peu de critiques de la part du chancelier de l'Échiquier et de ses services. Toutefois, ceux-ci ont remarqué que les torpilles perdues s'inscrivaient aux dépenses pour 60 000 livres sterling, c'est-à-dire pour 4 500 000 francs, et ils ont demandé qu'un peu plus d'attention et de soin soient apportés au lancement.

On sait qu'en temps de paix, les torpilles sont réglées de telle sorte qu'en fin de trajectoire elles remontent en surface ; elles sont alors repêchées, puis remises en état à l'atelier et prêtes à resservir.

Comme les torpilles d'avion sont de petites dimensions et de prix peu élevé, faut-il en conclure que les lancements par avion sont délicats, ou, en tenant compte que, dans tous les lancements de torpilles, un certain pourcentage de ces engins est toujours perdu malgré toutes les précautions prises, ne vaut-il pas mieux, au contraire, déduire de ces faits que l'aviation britannique s'entraîne sérieusement au lancement de torpilles par avion ?

VERS L'AUTARCHIE ÉCONOMIQUE ITALIENNE

Toutes les mesures que l'Italie est obligée de prendre pour parer aux conséquences économiques des sanctions décidées contre elle par la S. D. N. auront pour résultat d'accentuer le caractère « étatiste » de son économie, de l'obliger par suite à chercher à l'intérieur de son territoire les ressources industrielles et agricoles qui lui parvenaient jusqu'ici de l'étranger, d'où création d'usines nouvelles (fabrications des produits de remplacement, comme celles des « ersatz » par l'Allemagne pendant la guerre de 1914, et reconstituées sous le régime hitlérien). Aussi l'Italie, devant se suffire de plus en plus à elle-même, s'industrialisera-t-elle de plus en plus. Il est à craindre que le conflit italo-éthiopien terminé, elle ne reprenne plus le chemin de ses anciens fournisseurs. Nous assistons à une grande expérience d'autarchie socialiste, qui dépassera sans doute, en « centralisation » des moyens de production, tout ce qui a été fait jusqu'ici, notamment par l'Allemagne sur son propre territoire.

LES ENGRAIS AZOTÉS ET LA CRISE AGRICOLE

Les engrais azotés (1) se sont développés depuis dix ans dans l'agriculture mondiale à tel point que la *production* s'est accrue dans les différents pays — sauf la France — de près de 20 % au cours de ces dernières années. Elle atteint aujourd'hui près de 2 042 000 tonnes d'*azote*, en dépit du ralentissement de l'activité économique. La *consommation* dépasse actuellement 2 millions de tonnes ; elle est donc légèrement inférieure à la production. L'azote synthétique représente environ les neuf dixièmes de cette consommation ; le reste étant constitué par les nitrates naturels du Chili, qui ont peu à peu cédé la place aux engrais artificiels. En 1914, le Chili fournissait, en effet, 50 % des engrais azotés ; aujourd'hui, à peine 10 % ! Ajoutons que toutes les usines du monde pourraient fournir le *double* de la production actuelle si elles travaillaient à pleine capacité. En France, par suite de la sous-consommation croissante, le marché de l'azote est en régression d'environ 20 %. Ceci s'explique non seulement par la crise agricole qui sévit depuis plusieurs années, mais aussi par une évolution dans l'esprit du cultivateur, qui s'est aperçu, un peu tard, que l'emploi *abusif* des engrais artificiels grevait lourdement son budget et augmentait notablement ses prix de revient pour le seul profit des fabricants de produits chimiques. Ceux-ci, en effet, lui vendaient leurs engrais *trop cher* et ont ainsi contribué, pour une certaine part, à déséquilibrer l'économie agricole française. C'est un point capital qui mérite d'être exposé en toute objectivité dans une étude spéciale.

VERRONS-NOUS BIENTOT D'AUTRES VOITURES AMÉRICAINES FABRIQUÉES EN FRANCE ?

Actuellement, le plus grand groupement de la construction automobile aux Etats-Unis poursuit en France une enquête, confiée à ses meilleurs techniciens, pour se rendre compte des ressources de notre industrie métallurgique, tant au point de vue de la quantité que de la variété et de la qualité de ses produits. Ceci a pour but de renseigner les dirigeants américains sur la possibilité de fabriquer en France les modèles de voitures les plus répandus aux Etats-Unis et répondant aux besoins d'une certaine clientèle française. De cette façon, les usines installées sur notre territoire pourraient fabriquer les mêmes modèles que ceux existant en Amérique, sans avoir à acquitter les droits d'importation qui sont devenus quasi prohibitifs. C'est en somme la même politique inaugurée récemment à Strasbourg où l'on fabrique depuis peu, en grande série, l'une des voitures les plus populaires de l'Amérique. Voilà une concurrence dangereuse qui s'annonce pour l'industrie spécifiquement française, dans le domaine de la voiture de classe.

L'AVENIR DE L'AVIATION TRANSATLANTIQUE EN 1936

L'année 1936 ouvrira l'ère des grandes traversées aériennes. Voici à ce sujet les tendances de la construction aéronautique dans le monde :

Pour les grands rayons d'action maintenant exigés par la locomotion aérienne, il faut augmenter évidemment la *finesse* aérodynamique des avions, leur *légèreté* de construction, accroître le plus possible le *rendement thermique* des moteurs à explosion, c'est-à-dire diminuer la *consommation spécifique* . Lorsqu'on aura atteint, dans la pratique courante, la consommation de 250 g de combustible par ch.h, on aura franchi un grand pas. Déjà, du reste, des moteurs légers à injection et à allumage par compression ont permis de réduire cette consommation à 180 g par ch.h. Dans de telles conditions, il n'est pas téméraire d'envisager, par exemple, la traversée des

(1) Voici les principaux engrais synthétiques à base d'azote : sulfate d'ammoniaque, nitrate de chaux, nitrate de soude, produits ammoniaco-nitriques et amidiques, phosphates d'ammoniaque, nitro-potasse, ammoni-nitrates, potazote, etc. Cette gamme abondante et variée proposée à l'agriculteur, à grand renfort de publicité, l'a souvent induit en erreur quant au choix des procédés à utiliser pour un meilleur rendement cultural, sans assez tenir compte du prix de revient notablement accru de ce fait.

océans avec un hydravion transatlantique de 40 tonnes, entre Paris et New York, en moins de vingt-quatre heures, transportant 6 000 kg de fret et de courrier postal à une vitesse *moyenne* de l'ordre de 320 km/h. Déjà, la traversée *régulière* de l'Atlantique-Sud par des hydravions français équipés de moteurs à refroidissement par eau (type « Hispano »), accomplissant un parcours sans escale de 3 200 km, doit bien nous faire augurer de l'avenir de l'aviation transatlantique. Il est vrai que les États-Unis, l'Allemagne, l'Angleterre et l'Italie cherchent à nous disputer cette exploitation grâce aux progrès techniques qu'ils ont déjà réalisés dans la construction économique des appareils à grand rayon d'action, sans oublier le rôle que vont jouer peut-être les dirigeables du type *L. Z.-129*, récemment mis en service.

LE CHOMAGE DANS LES PRINCIPALES NATIONS D'EUROPE PENDANT L'ANNÉE 1935

Le Bureau international du Travail (à Genève) a publié l'état actuel des chômeurs dans les États européens. Il en résulte que le chômage diminue légèrement dans presque tous les pays, sauf la France, l'Espagne, la Hollande, la Suisse, pour ne citer que les plus importants. Les nations qui comptent encore le plus de chômeurs — bien que les chiffres soient en régression par rapport à 1934 — sont : l'Allemagne, près de 2 200 000 pour 67 000 000 d'habitants ; l'Angleterre, 1 900 000 environ pour 45 000 000 d'habitants ; l'Espagne, plus de 780 000 pour 25 000 000 d'habitants ; la Tchécoslovaquie, près de 680 000 pour une population qui ne dépasse pas 15 000 000 d'habitants. Cette proportion particulièrement grave est due notamment à ce que cette jeune nation, surindustrialisée au cours de ces dernières années, avait pris un essor économique remarquable que le ralentissement des échanges a paralysé, par suite des barrières douanières qui l'entourent, d'autant plus que sa situation géographique est moins avantageuse du point de vue de ses débouchés vers le dehors. Enfin, l'Italie en compte plus de 600 000 pour 42 000 000 d'habitants ; la France 450 000 environ pour 42 000 000 d'habitants.

POUR L'UTILISATION ÉCONOMIQUE DU GAZ DES FOURS A COKE

Nous avons déjà signalé (1) le développement que prend, en Allemagne, le système de distribution du gaz des cokeries pour l'éclairage et la force motrice par canalisations souterraines à grande distance, comme on le fait déjà depuis longtemps en Amérique pour les gaz naturels produits par le forage des puits pétroliers. Dans les bassins houillers du Reich, la préparation du coke métallurgique fournit, en effet, des quantités considérables de gaz dits « de fours à coke », dont une portion seulement est utilisée pour le chauffage des fours en question ; le reste, jadis, était évacué en pure perte. Maintenant, on récupère ce combustible gazeux qui est en mesure de concurrencer le gaz de ville, car il coûte beaucoup moins cher (2) puisque c'est un résidu industriel.

Pour transporter le gaz produit dans la Ruhr, on a déjà construit un réseau de distribution qui permet d'alimenter une canalisation d'environ 300 km, de Cologne à Hanovre. Cette canalisation est formée de tubes soudés et étanches de différents diamètres, suivant l'importance des agglomérations. Le gaz est comprimé au départ sous 3 à 5 atmosphères et les conduites ont été prévues pour supporter une pression beaucoup plus forte (15 atmosphères) en vue d'une extension du réseau de distribution. A l'heure actuelle, près de 2 000 millions de m³ sont ainsi fournis aux consommateurs. Il va de soi que les compagnies gazières, en Allemagne comme ailleurs, ont manifesté une forte opposition au développement de ce procédé, mais la plupart des municipalités ont passé outre dans l'intérêt même des populations desservies. Afin de régler la consommation suivant les besoins, on a prévu des gazo-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 31.

(2) Certaines municipalités ont ainsi abaissé les tarifs du gaz de plus de 30 %.

gènes de près de 1 million de m³ pour emmagasiner le gaz. Un agent répartiteur dirige par téléphone l'ensemble du réseau en contrôlant constamment et instantanément : débit, pression, pouvoir calorifique (4 500 calories environ) pour assurer la production en fonction de la consommation.

A PROPOS DE LA CENTRALE ÉLECTRIQUE FÉDÉRALE DE LA VALLÉE DE TENNESSEE

L'arrêt de la Cour Suprême des Etats-Unis déclarant légales la distribution et la vente du courant produit par la Centrale électrique fédérale alimentée par le nouveau barrage du fleuve de Tennessee constitue un précédent dont les répercussions peuvent être considérables.

On estime, en effet, que la Cour de Washington a permis au gouvernement Roosevelt de vendre ainsi du courant électrique, en compétition avec les compagnies privées, chaque fois que la production de cette énergie constitue comme un résultat accessoire de la construction des barrages d'irrigation.

Comme l'Amérique a construit — soit pour les besoins de l'agriculture, soit pour ceux de la défense nationale (usines d'azote synthétique, etc.) — de nombreux barrages de ce genre à travers son vaste territoire, on estime que leur mise en service prochaine autorisera une notable réduction générale des tarifs de vente de l'énergie électrique aux Etats-Unis.

En Amérique comme en Europe, les tarifs de vente de l'électricité, du gaz, de l'eau, de la houille, etc., ont une importance primordiale, car ils grèvent — plus ou moins lourdement — le prix de la vie courante et les prix de revient de la plupart des fabrications industrielles. Aussi l'Etat ne manque-t-il jamais d'intervenir pour contrôler la production et la distribution de l'énergie, afin de limiter les bénéfices des exploitants (réglementation établie récemment à ce sujet en Angleterre, en Allemagne, aux Etats-Unis, etc.).

LE FUTUR RÉSEAU ROUTIER ALLEMAND

L'Allemagne poursuit son plan de construction d'autostrades en béton (1) comportant, comme nous l'avons annoncé, deux chaussées de 7 m à 12 m de large avec circulation à sens unique pour chaque chaussée, sans passage à niveau, sans croisement et en dehors de toute agglomération. En 1940, le Reich compte avoir ainsi équipé son territoire de plus de 7 000 km d'autostrades, conformément à son programme de 1934. Fin de cette année, 1 800 km d'autostrades seront mis en service. Ce réseau routier à grand trafic permettra un débit considérable des véhicules industriels marchant en moyenne à 60 km-h. En admettant un espacement réglementaire de 12 à 15 m entre les véhicules et une capacité de transport de 30 hommes par camion (deux camions marchant de front), on peut donc envisager un déplacement de troupes d'environ 70 000 hommes à l'heure ! Ces chiffres font rêver, quand on songe aux possibilités futures de la guerre de mouvement.

LES SOUS-MARINS ITALIENS FONT SURFACE AU LARGE DE MALTE

L'amiral de la Flotte, sir Roger Keyes, qui a acquis une grande expérience et une autorité indiscutée en technique et stratégie sous-marines au cours des quatre ans et demi durant lesquels, avant et pendant la guerre, il fut le grand chef de la flotte sous-marine britannique, a divulgué, à l'*Oxford University Empire Club*, quelques informations curieuses sur le rôle et l'action des sous-marins.

Lorsque l'Italie vit le point de vue auquel se plaçait la S. D. N. dans la tension italo-abyssine, M. Mussolini mobilisa 500 000 hommes et concentra la flotte italienne autour de Malte. L'Amirauté fit alors entrer la presque totalité de la flotte britannique en Méditerranée et la divisa entre Gibraltar, d'une part, et Alexandrie

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 218, page 123.

et Haïffa, d'autre part. Quant à Malte, l'Amirauté fit exécuter dans ses eaux quelques exercices contre sous-marins ; on lança, de-ci de-là, quelques grenades sous-marines à faible charge. Il n'en fallut pas plus cependant, dit sir Roger Keyes, pour qu'on vît les sous-marins bondir sur l'eau comme des bouchons. L'excuse de leurs officiers fut qu'ils se croyaient devant Tripoli et non devant Malte.

LA POLITIQUE DES CARBURANTS EN ANGLETERRE

Les statistiques anglaises nous apprennent qu'en 1935 la Grande-Bretagne a consommé plus de carburants liquides importés qu'en 1934 (2 800 000 gallons environ contre 2 700 000 précédemment). Pour la première fois, la production du pétrole synthétique, à partir de la houille par voie d'hydrogénation, a atteint le chiffre de 70 millions de gallons alors qu'en 1934 il ne dépassait pas 50 millions. On voit que l'effort de l'Angleterre se poursuit méthodiquement pour tirer de son charbon, si abondant dans son sous-sol, le maximum de carburants liquides, afin de restreindre ses importations et pourvoir de son mieux aux besoins de sa « motorisation » dans le cas où un conflit viendrait bouleverser ses communications maritimes et compromettre ses approvisionnements.

A PROPOS DU FREINAGE DES AUTOMOBILES

Le développement du freinage des automobiles par le moteur (1), qui joue le rôle de ralentisseur en travaillant comme compresseur, — système Oetiker (1), par exemple, adopté par la Société Westinghouse, — doit contribuer à diminuer l'usure des garnitures de freins qui, jusqu'ici, résultait du frottement des mâchoires sur le tambour. Périodiquement, pour garantir la sécurité, il fallait donc changer ces garnitures, qui sont assez chères, opération qui nécessite l'immobilisation du véhicule. Avec le système précédent, cet inconvénient est de beaucoup atténué et la durée des garnitures prolongée. Les pneumatiques en bénéficient également.

A propos de freinage, la vérification périodique du frein s'impose, en France comme en Amérique, et doit être rendue obligatoire. La sécurité du « passager », comme du « passant », l'exige. Il y a du reste beaucoup à faire dans ce domaine du freinage qui, jusqu'ici, relevait plus de l'empirisme que de la technique. Certaines grandes firmes l'ont fort bien compris et ont installé des laboratoires de recherches spécialement outillés pour étudier tous les problèmes — si délicats et si complexes — que pose le freinage pour les automobiles de plus en plus rapides.

L'ÉCOLE AMÉRICAINE DE PILOTAGE SANS VISIBILITÉ

Le pilotage sans visibilité (P. S. V.), dont *La Science et la Vie* (2) a montré l'utilité, se développe tout particulièrement aux États-Unis. C'est en France que l'ingénieur Rougery créait pour la première fois, il y a plus de cinq ans, une véritable méthode permettant d'utiliser les appareils de bord (anémomètre d'atterrissage, ligne d'horizon gyroscopique, etc., etc.) pour diriger l'appareil en vol sans voir ni le sol, ni le paysage environnant. On navigue « dans le noir » en se fiant uniquement aux instruments de contrôle. On voit à quelles applications peut donner lieu ce procédé, non seulement pour les vols de nuit, mais encore pour se diriger dans le brouillard. Conjugué avec le *radioguidage* (3), il renseigne, en effet, le pilote sur sa situation. Cette invention sensationnelle fut mieux comprise par les États-Unis, qui surent en tirer tous les avantages pratiques. C'est ainsi que l'École d'Aéronautique « Boeing », à Oakland, l'utilise depuis peu pour former des pilotes exclusivement destinés à naviguer par P. S. V. Il faut ajouter que les Américains possèdent des instruments de bord beaucoup plus perfectionnés que les nôtres, ce qui leur permet d'effectuer avec précision non seulement le pilotage, mais surtout l'atterrissage, grâce aux indications

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 225, page 222. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 223, page 55. — (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 189, page 204.

exactes donnant, à tout moment, la distance qui sépare l'avion du sol. A la suite de ces résultats concluants, les Anglais envisagent la prochaine création d'une école de ce genre pour leur aviation militaire et les Allemands sont, de leur côté, déjà entrés dans cette voie.

LES GAZOGÈNES ET LA MOTORISATION AGRICOLE

Au dernier Salon de la Machine Agricole de Paris, on a remarqué la section consacrée au gaz des forêts. C'est tout le problème du gazogène appliqué à la traction mécanique et, dans le cas présent, à la motorisation de l'agriculture. De l'expérience déjà acquise dans ce domaine, il résulte que l'emploi du charbon de bois comme carburant solide présente peu d'inconvénients (entretien, etc.) par rapport à l'utilisation directe du bois qui, au contraire, doit être dans des conditions minutieuses de siccité et dimensionné avec précision. Malheureusement, dans la pratique, ces conditions sont rarement réalisables. A notre avis, le gazogène ne triomphera qu'avec le charbon de bois préparé spécialement sous la forme d'*agglomérés*. Ces derniers offrent, en effet, l'avantage de doubler, en quelque sorte, le rayon d'action d'un véhicule en diminuant de près de moitié l'encombrement de l'approvisionnement en combustible sur le véhicule. A ce propos, rappelons que nous avons insisté sur la nécessité d'organiser le ravitaillement des gazogènes par régions, en tenant compte de leurs richesses forestières. Dès maintenant, des fours à carbonisation (type « Mabbay » par exemple), à grand rendement, comme ceux exposés, en 1936, au Parc des Expositions de Versailles, permettent de récupérer les sous-produits rémunérateurs (goudrons, acétate, etc.), tout en livrant à bon compte un carburant solide approprié à chaque type de gazogène. Nous constatons, en outre, que les constructeurs de véhicules à gazogène (Panhard, Berliet, Rochet-Schneider) ont maintenant mis au point des dispositifs d'épuration de gaz qui, en pénétrant dans le moteur, causait des troubles sérieux. Ces épurateurs débarrassent le mélange gazeux des goudrons et des poussières abrasives qui, récemment encore, compromettaient la régularité de marche du moteur et la durée de ses organes. Le problème d'épuration était plus malaisé et plus délicat sous un volume réduit que pour les installations fixes. Du reste, les nouveaux autorails à gazogène (système « Panhard », du chemin de fer de l'Etat) ont adopté les mêmes principes d'épuration à sec que pour les camions. Quant aux voitures de tourisme, l'emploi du gazogène n'a encore été tenté qu'à titre d'expérience, pour mettre surtout en évidence le côté économique. L'aggloméré de charbon de bois serait, à ce dernier point de vue, d'un emploi pratique et permettrait une organisation plus commode du ravitaillement. Celui-ci conditionne l'avenir de ce nouveau mode de traction.

LA DIFFUSION DE LA MOTOCYCLETTTE EN ALLEMAGNE

L'Allemagne possède, en 1936 (1), 1 053 556 motocyclettes dont 605 644 d'une cylindrée de 200 cm³ au maximum. La France n'enregistre, à ce jour, que 400 000 motos environ et 150 000 vélomoteurs (petite cylindrée). Ce parallèle nous autorise à conclure que, dans ce domaine de la motorisation, notre effort n'atteint pas la moitié de celui de l'Allemagne. D'autre part, on doit attribuer ce développement, pour le Reich, à la suppression du permis de conduire, d'où un engouement croissant en faveur de la motocyclette qui n'est, en outre, taxée que d'une imposition très minime. L'Italie et la Belgique ont aussi supprimé le permis pour motocyclistes. La France devrait les imiter. Pour en revenir à l'Allemagne, ajoutons que son grand nombre de motocyclistes constitue une véritable réserve de spécialistes entraînés en cas de mobilisation.

(1) En 1934, le Reich possédait 934 000 motos, contre 600 000 en Angleterre et 542 000 en France vélomoteurs compris).

LE PROGRÈS MÉCANIQUE EN AUTOMOBILE

QU'EST-CE QUE LE MONTAGE « PAUSODYNE » ?

Par P. LEMAIRE et P. D'AUBARÈDE

Dans le moteur d'automobile se manifestent un grand nombre de forces dont la résultante se traduit par une force extérieure périodique sollicitant le bloc moteur alternativement vers le haut et vers le bas. En se transmettant au châssis, cette force produit les vibrations si désagréables pour les passagers, si nuisibles à la solidité de l'assemblage de la voiture, si défavorables pour sa durée. Diverses solutions ont été essayées pour réduire les efforts ainsi transmis au châssis. Les auteurs exposent ici comment ils ont conçu le rôle que pouvaient jouer des ressorts pour le montage du moteur, celui-ci n'étant fixé au châssis que par un point d'attache situé à l'avant, point qui n'est — lui — le siège d'aucun effort. Une étude mécanique élémentaire permet de comprendre aisément comment les ressorts sur lesquels repose le moteur (un de chaque côté vers l'arrière) peuvent réduire la transmission des vibrations, leur action pouvant être calculée de façon à s'opposer d'une façon constante à celle de la force périodique agissant sur le moteur et produisant les vibrations. Ainsi est né le montage dit « Pausodyne », conçu d'après les données mêmes de la dynamique, science du mouvement.

LES études thermodynamiques de plus en plus poussées ont abouti à améliorer considérablement le moteur d'automobile qui, aujourd'hui, fournit, pour une même consommation de combustible, une puissance trois ou quatre fois supérieure à celle que l'on pouvait attendre il y a trente ans. Aussi la vitesse d'une voiture moderne peut-elle atteindre des valeurs remarquables (une 14 ch « fait » 130 km/h).

La locomotion mécanique exige en outre un accroissement du confort, lequel va d'ailleurs de pair avec la durée des organes mêmes de la voiture. Certes, les routes modernes contribuent puissamment à la réalisation de ce confort, et qui oserait les comparer avec celles d'il y a un quart de siècle, moment où l'automobile a vraiment commencé à connaître l'essor dont elle jouit maintenant ? Mais, précisément, l'amélioration des routes a fait mieux ressortir les perturbations qu'engendre le fonctionnement même de la mécanique automobile. Il est devenu nécessaire d'analyser les efforts qui sont la cause de ces perturbations et de les combattre pour éviter les vibrations qu'ils transmettent au châssis et à la carrosserie, provoquant ainsi des bruits désagréables, compromettant la solidité de l'assemblage de la voiture et, bien entendu, le confort des passagers.

Ce problème de la réduction des efforts transmis à un châssis par un ensemble mécanique a suscité bien des solutions. Afin de le comprendre aisément, il est nécessaire de rappeler tout d'abord quelques phénomènes élémentaires de la dynamique, ou science du mouvement.

On sait que tout effort appliqué à un corps fait varier la vitesse de celui-ci, que sa trajectoire soit ou non modifiée. Tout mouvement, ou toute modification de mouvement, est la conséquence d'un effort. Si le châssis, ou une partie quelconque d'une voiture automobile, est le siège de vibrations, c'est-à-dire d'un rapide mouvement de va-et-vient, on peut donc affirmer qu'il est soumis à des efforts périodiques : supprimer les vibrations revient donc à soustraire le châssis à ces efforts.

Avant d'analyser la solution de ce problème capital pour la voiture moderne, nous devons rappeler brièvement quelques phénomènes simples, mais essentiels, de la mécanique des vibrations : la résonance, le déphasage et l'amortissement.

Un peu de mécanique simple. Qu'est-ce que l'axe de percussion ?

Considérons une barre horizontale au repos, par exemple une règle flottant sur l'eau tranquille d'une cuve (fig. 1). Frappons

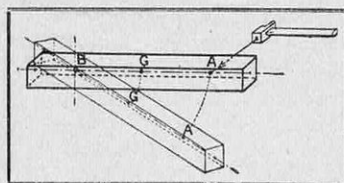


FIG. 1. — DÉFINITION DE L'AXE DE PERCUSSION

Une barre horizontale libre frappée en A, et dont le centre de gravité est en G, oscille autour de l'axe de percussion B.

un coup de marteau, horizontalement, vers une extrémité de la barre. Celle-ci se déplace, mais on constate que ce déplacement est une simple rotation autour d'un point marqué B, comme si, en B, était planté dans la cuve un clou autour duquel tournerait le bâton. Ce clou, axe immobile autour duquel tourne le bâton, ne subit aucun effort. On l'appelle l'axe de percussion relatif au point A qui a subi le choc. Le point B, axe de percussion, a une position bien définie qu'on peut déterminer quand on connaît la matière du corps percuté, sa forme et la position du point A où est appliqué le coup de marteau.

L'axe de percussion en régime périodique. — Naturellement, tous les efforts appliqués à un corps ne sont pas nécessairement des percussions. On dit que l'effort est une percussion quand la durée de l'application de l'effort est très petite, mais on peut imaginer que la durée de l'application de l'effort soit grande. On peut même imaginer que l'effort soit continuellement appliqué.

Par exemple, nous pourrions appliquer, en un point d'une barre, un effort F , qui grandirait peu à peu et serait dirigé vers la droite; puis, ayant acquis une certaine valeur, l'intensité de l'effort diminuerait tout en restant dirigé vers la droite (fig. 2). A un moment donné, l'effort deviendrait nul et, changeant de sens, c'est-à-dire dirigé vers la gauche, il grandirait à nouveau jusqu'à acquérir une intensité égale à celle

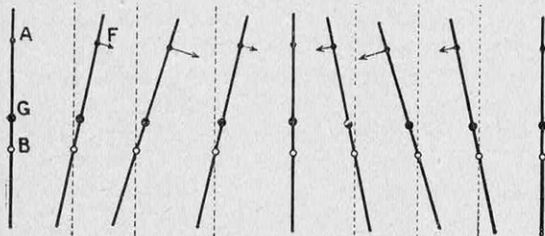


FIG. 2. — EFFORT PÉRIODIQUE APPLIQUÉ A UNE BARRE POUVANT SE DÉPLACER DANS LE SENS VERTICAL

Sous l'effet de la force périodique F , la barre prend son mouvement d'oscillation autour d'un axe B.

qu'il avait précédemment. Ayant acquis cette valeur maximum, il diminuerait, tout en conservant son sens vers la gauche, jusqu'à s'annuler.

A cet instant, nous serions revenus à notre point de départ : le temps qui s'est écoulé, entre le début de notre expérience et la fin, porte le nom de « période ».

Nous pourrions recommencer le même cycle d'effort, tantôt grandissant et diminuant à droite, puis grandissant à gauche, et cela indéfiniment. Un tel effort, continuellement appliqué à la barre, mais continuellement variable, est dit « périodique ».

Sous l'effet de cet effort périodique, la barre se met en mouvement. C'est ce que montre la figure 2 où une barre verticale est soumise à l'action d'une force périodique appliquée au point marqué A.

Au moment où l'effort commence à agir, la barre se met en mouvement. Tout d'abord, ce mouvement est désordonné, d'apparence compliquée. Puis, il se simplifie. Ce n'est plus qu'un balancement, le même à droite et à gauche et avec la même période que la force.

On constate qu'il y a encore une partie de la barre qui reste immobile pendant le mouvement, comme si la barre tournait autour d'un axe. Comme il ne s'agit plus ici d'un choc, on donne à cet axe le nom d'axe d'oscillation.

Mais on constate quelque chose de plus : c'est que la position de cet axe dépend de la rapidité du mouvement de va-et-vient (fig. 3). Si la barre oscille lentement, l'axe d'oscillation n'est pas bien loin du milieu de la barre. Si la barre oscille très vite, l'axe d'oscillation B s'éloigne du milieu et se rapproche de l'extrémité inférieure. D'ailleurs, il se maintient à cette place dès que le mouvement est assez rapide, quelle que soit cette rapidité.

Comme dans le cas du choc, la position de la partie immobile de la barre dépend de la matière et de la forme du corps, du

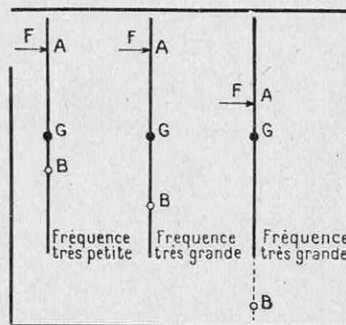


FIG. 3. — L'AXE D'OSCILLATION SE DÉPLACE VERS LE BAS, LORSQUE LA FRÉQUENCE DE LA FORCE F AUGMENTE

point d'application de l'effort ; mais il y a quelque chose de plus : la position de la partie immobile *B* dépend de la rapidité du mouvement.

Nous verrons tout à l'heure comment on utilise cette propriété pour résoudre le problème des vibrations en automobile.

L'angle de phase

Il est intéressant d'observer avec soin le mouvement que prend une barre oscillant autour d'un axe *A*, sous l'action d'un effort périodique qui lui est continuellement appliqué. Nous ferons ainsi une série de constatations de très grande importance.

Suspendons verticalement la barre. Elle est susceptible d'osciller tout comme le balancier d'une horloge. Mettons avec une période d'environ 2 secondes (fig. 4).

Appliquons, au point *A* de la barre, un effort périodique. Il semblerait logique qu'on observât le phénomène suivant. L'effort croissant vers la droite, la barre oscille vers la droite, ayant un déplacement maximum lorsque l'effort est maximum. L'effort allant en diminuant, la barre revient vers la verticale, devenant verticale lorsque l'effort est nul. Puis la barre se déplace vers la gauche, lorsque l'effort croît vers la gauche. Le phénomène se renouvelle périodiquement avec la période de la force.

C'est bien là ce qu'on peut observer, mais dans un cas tout à fait exceptionnel. La barre accompagne la force quand la force varie très, très lentement. Mettons, lorsque la période de la force est 10 secondes, alors que celle de la barre est 2 secondes.

Si on diminue la période de la force, on constate que, peu à peu, la barre n'obéit plus qu'à regret : elle devient paresseuse, elle est toujours en retard sur l'effort.

Quand la période de l'effort est 2 secondes, égale à la période de la barre, on dit qu'il y a

résonance (1). Alors la barre est verticale quand l'effort est maximum et dirigé vers la droite ; la barre atteint son déplacement maximum à droite quand l'effort est nul. De nouveau, la barre est verticale lorsque l'effort est maximum et dirigé vers la gauche, et la barre atteint son déplacement maximum à gauche lorsque l'effort est devenu nul à nouveau.

Poursuivons notre expérience. Donnons à l'effort une période de plus en plus petite. On constate que le « déphasage » augmente. En donnant à l'effort une période de 1 demi-seconde, le mouvement de la barre et l'intensité de l'effort

sont « en opposition de phase ». La force est maximum et dirigée vers la gauche quand la barre a atteint son déplacement maximum vers la droite. Quand, passant par la verticale, la barre se déplace de la droite vers la gauche, la force s'annule et sa direction passe de la gauche vers la droite.

Il faut encore remarquer quelque chose de très

important. Dans toutes les expériences décrites, on ne modifie pas la valeur maximum de l'effort, c'est-à-dire que la plus grande longueur de la flèche qui le représente reste invariable d'une expérience à l'autre. On pourrait s'attendre à ce que les valeurs des déplacements maxima de la barre — qu'on nomme « amplitudes » — ne soient pas non plus modifiés.

Il n'en est rien. On constate que l'amplitude va en croissant quand on diminue la période de l'effort, qu'un maximum très grand est atteint à la résonance, c'est-à-dire quand la période de l'effort est égale à celle de la barre, puis que l'amplitude devient très petite quand la période devient très petite.

Qu'est-ce que l'amortissement ?

Voilà une notion dont beaucoup de personnes croient avoir la connaissance exacte,

(1) Plus exactement « isochronisme ».

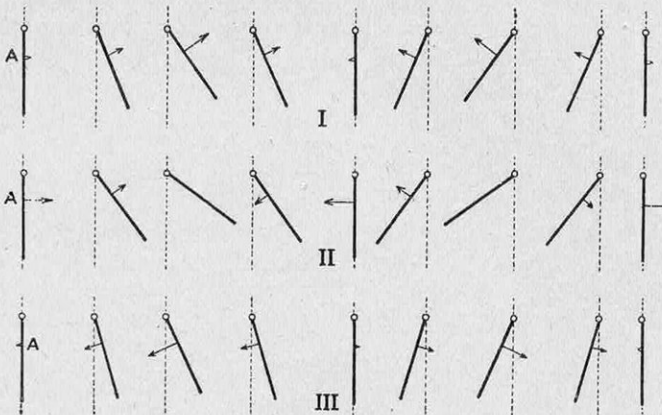


FIG. 4. — LA RÉSONANCE ET LE DÉPHASAGE

En I, le mouvement de la barre est en phase dans le temps avec la force : c'est le cas où la force varie très lentement par rapport à la fréquence d'oscillation propre de la barre ; en II, le mouvement de la barre est en quadrature avec la force : il y a résonance et l'amplitude d'oscillation de la barre devient très grande ; en III, le mouvement de la barre est en opposition de phase dans le temps avec la force : l'amplitude est réduite.

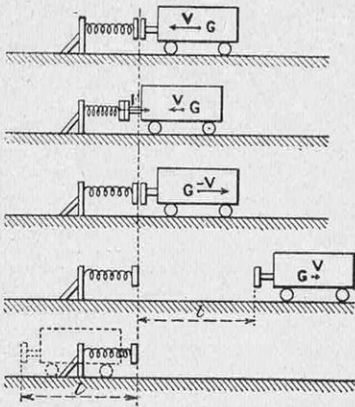


FIG. 5. - UN RESSORT NE PRODUIT PAS D'AMORTISSEMENT

Le wagon, arrivant avec la vitesse V , comprime le ressort du butoir ; puis, sous l'action du ressort, repart avec une vitesse égale et de sens contraire.

ressorts font « ressortir » le wagon — tel est le sens étymologique du mot ressort. Nous dirons, si vous le voulez bien, que les ressorts font « rebondir » le wagon, mais ils n'absorbent pas du travail. En se bandant, les ressorts créent une force croissante qui s'oppose à la force qui pousse le wagon en avant et finit par l'arrêter. Mais quand le ressort se débande, il repousse le wagon qui « ressort » (ou rebondit) et repart en arrière. Au moment où le wagon quitte le ressort, il possède exactement la même vitesse en arrière que celle qu'il avait en abordant le ressort. Possédant la même vitesse, le wagon est capable de parcourir en arrière, sur une voie horizontale, exactement la même distance qu'il aurait parcourue en avant s'il n'avait pas rencontré le butoir. Etant capable d'effectuer le même parcours, il exécute le même travail. Le ressort n'a donc pas absorbé de travail ; il a restitué au wagon tout le travail que celui-ci a dépensé pour le bander.

Mais alors pourquoi met-on un ressort ? Eh bien ! on met un ressort pour « allonger la force du coup ». Sans ressort, le wagon qui a une masse, mettons de 1 tonne, et qui possède une vitesse de 36 km/h au moment où il heurte le butoir, aurait été arrêté en $1/10^e$ de seconde, et la force qu'il exerce sur le butoir pouvant atteindre environ 10 000 kg-force, le butoir serait arraché. Avec ressort, l'arrêt durerait mettons 2 secondes, et la force n'est plus que de 500 kg-force ; le butoir ne sera pas arraché.

Le ressort intervient donc pour modifier la durée de l'arrêt et la force du coup, mais rap-

et... qu'elles n'ont pas du tout. Beaucoup confondent la notion d'amortissement avec la notion de diminution de l'effort, ce qui est un contresens.

Amortir, c'est absorber du travail (fig. 5).

Quand un wagon heurte les tampons d'un butoir muni de ressorts, les ressorts

pelons-nous qu'il n'absorbe aucun travail.

Quand on absorbe du travail, on amortit. Ce sera le cas d'un butoir possédant des tampons qui se terminent par un piston (fig. 6). Ce piston se déplace dans un cylindre rempli d'huile, par exemple. L'huile peut passer d'une face à l'autre du piston par un petit orifice. Pour faire écouler l'huile par ce petit orifice, il faut « travailler ». Le travail nécessaire ne peut être emprunté qu'à l'énergie de mouvement du wagon. Une fois arrêté, le wagon ne pourra repartir en arrière, car toute l'énergie de mouvement qu'il possédait aura été utilisée pour faire passer l'huile à travers le petit orifice.

Il faut d'ailleurs bien comprendre que, dans ce cas, un effort est également transmis au butoir, car c'est en prenant appui sur le fond du cylindre, c'est-à-dire sur le butoir, que l'huile crée sur le piston un effort — qui, d'ailleurs, peut être très grand — égal et contraire à celui que le wagon applique au piston.

Ce qu'il faut retenir de l'emploi de l'huile, c'est qu'après avoir poussé le piston, aussi peu que ce soit, le wagon ne sera plus capable de parcourir sur une voie horizontale exactement la même distance qu'il aurait parcourue s'il n'avait pas rencontré le piston.

Le dispositif amortisseur, constitué par le piston se déplaçant dans le cylindre plein d'huile, est donc intervenu pour absorber du travail. Mais l'absorption de ce travail fait naître une force qui se transmet au butoir et peut même être très grande. C'est ainsi que si on veut arrêter le wagon de 1 tonne, possédant la vitesse de 36 km/h, sur une longueur de 100 cm, la force créée est égale à 5 000 kg-force.

En résumé, si l'emploi d'un ressort diminue à coup sûr la force du coup, l'emploi d'un ressort ne diminue pas la capacité de travail due au mouvement. Au contraire,

l'emploi d'un dispositif amortisseur permet de diminuer la capacité de travail, mais il faut s'attendre à transmettre des

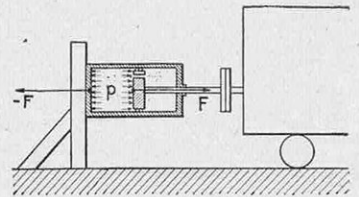


FIG. 6. — BUTOIR AVEC DISPOSITIF D'AMORTISSEMENT

Le wagon, en poussant sur le piston p, oblige l'huile contenue dans le cylindre à passer par la petite ouverture de p. Le wagon ne peut repartir en arrière : il y a eu absorption de travail. La pression dans le cylindre donne lieu à un effort F, qui ralentit le wagon, et à un effort — F qui s'exerce sur le butoir.

efforts souvent considérables et, en certains cas, le remède peut devenir pire que le mal.

Si nous avons su bien faire comprendre à nos lecteurs ces notions générales, ils n'auront aucune difficulté à s'expliquer les solutions naturelles du problème qui fait l'objet de nos préoccupations, à savoir la suppression des vibrations du châssis d'automobile.

A titre de transition, examinons tout d'abord les phénomènes de mouvement d'une barre disposée, cette fois-ci, horizontalement et tournant autour d'un axe *A* (fig. 7 et 8). Naturellement, cette barre ne peut rester horizontale ; elle tombera et deviendra verticale. Pour l'empêcher de tomber, nous la supporterons par un ressort *R* reposant sur le bâti *B*.

Si on applique un effort périodique en une région *F* de la barre, la barre oscillera de part et d'autre de la position horizontale, en comprimant le ressort ou en l'étirant. Nous observons exactement les mêmes phénomènes que ceux que nous avons observés avec la barre verticale.

Résumons-les :

Il existe un axe *A* qui n'est soumis à aucun effort. La position de cet axe dépend de la période de l'effort appliqué en *F*, de la matière de la barre et de sa forme.

Mais il y a quelque chose de plus : la position de l'axe *A* dépend aussi de la position des ressorts. Il faut judicieusement choisir l'emplacement de ceux-ci, si l'on veut que l'axe *A* soit situé dans une région de la barre qu'imposent généralement des conditions de commodité. Le calcul mathématique résoud le problème.

Comment intervient l'inertie

Pour qu'on puisse bien saisir ce que nous appelons l'« effet bouchon », et dont nous parlerons tout à l'heure, il faut bien comprendre un phénomène de la nature dont

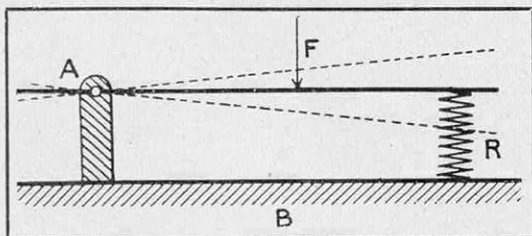


FIG. 7. — BARRE HORIZONTALE, ARTICULÉE EN *A* ET SUPPORTÉE PAR UN RESSORT *R*, SOUMISE A UNE FORCE PÉRIODIQUE *F*

La barre oscille sous l'action de la force périodique *F* en comprimant ou en étirant le ressort.

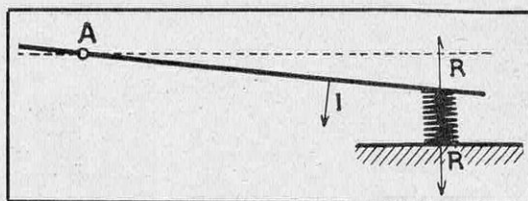


FIG. 8. — EFFET DE LA FORCE D'INERTIE

Le ressort fortement comprimé repousse la barre vers le haut avec une force *R*. La vitesse de la barre vers le bas diminue. La force d'inertie s'oppose à la diminution de vitesse et est dirigée vers le bas.

l'importance est considérable : l'inertie.

Rappelons que toute variation de l'état de vitesse d'un corps fait apparaître une propriété de la matière à laquelle Newton a donné le nom d'« inertie ». Par inertie, on entend cette propriété que possède la matière de s'opposer aux modifications de sa vitesse actuelle. Cette propriété se traduit à nos sens par l'apparition d'un effort auquel Newton a donné le nom de « force d'inertie ».

La force d'inertie apparaît donc chaque fois qu'on veut modifier l'état de vitesse d'une quantité de matière, et elle a un sens tel qu'elle s'oppose à la modification de l'état de vitesse.

Ainsi pour notre barre posée sur son ressort (fig. 8). Quand la barre oscille vers le bas, elle comprime le ressort et s'arrête peu à peu. L'action du ressort croît au fur et à mesure qu'on le comprime, et cette action tend à repousser la barre vers le haut. Si bien que la vitesse de la barre, d'abord grande, finit par s'annuler. Pendant le mouvement, il y a donc variation de la vitesse de la barre. Et, du fait de cette variation, la force d'inertie apparaît. Appliquée à la barre, elle s'oppose à la variation de la vitesse ; elle pousse donc la barre vers le bas.

Cause des trépidations de la voiture

Continuons à bien observer notre barre oscillante (fig. 9). Quand la barre oscille vers le bas, elle comprime le ressort. Le ressort repousse donc la barre vers le haut. Pour réaliser cet effort vers le haut, le ressort prend appui sur le bâti *B*, de la même façon que les pieds d'un homme forcent sur le sol lorsque, avec ses bras, il veut soutenir une charge qui menace de l'écraser. Autrement dit, l'effort du ressort — et, de même, l'effort fait par la barre pour comprimer le ressort — se transmet intégralement au châssis *B* sur lequel repose le ressort.

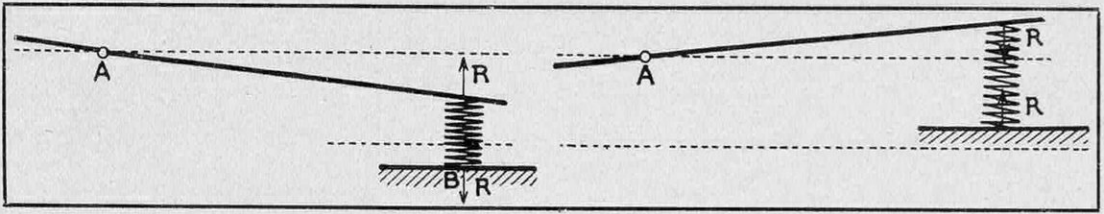


FIG. 9. — COMMENT SE PRODUISENT LES TRÉPIDATIONS D'UNE VOITURE AUTOMOBILE
Le bloc-moteur est représenté schématiquement par la barre horizontale. Quand la barre oscille vers le bas, elle comprime le ressort qui la repousse vers le haut en prenant appui sur le bâti B. Si le châssis est plus ou moins élastique, il fléchira alternativement vers le haut ou vers le bas sous l'action du ressort.

Si le châssis est plus ou moins élastique, il fléchira alternativement vers le haut et vers le bas sous l'action de l'effort périodique que lui applique le ressort, tour à tour comprimé et détendu par la barre en mouvement.

Et le longeron prend ce mouvement trépidant que vous connaissez bien, si désagréable pour votre organisme, si fâcheux pour la voiture dont les trépidations démolissent la carrosserie, font claquer les vitres, les tôles, mettent en branle le volant, les leviers de commande, les phares dont elles brisent les lampes, etc. Il faut à tout prix éviter ces trépidations. Le problème vaut qu'on l'étudie sérieusement.

Qu'est-ce que l'« effet bouchon » ?

Pour pouvoir exposer la question sans le moindre calcul mathématique, on admet ici que le ressort qui supporte la barre, celle-ci représentant le bloc-moteur, est placé de telle façon que son axe coïncide avec la ligne d'action de l'effort périodique F .

Sous l'action de F , le bloc moteur oscille de haut en bas et de bas en haut avec une période qui est — nous l'avons appris — précisément celle de l'effort F .

Mais nous avons appris également que le mouvement du bloc-moteur n'est pas nécessairement en phase avec la force F .

Si la période des oscillations du bloc-moteur est petite — mettons un quart de seconde — devant la période de l'effort périodique F — mettons une seconde, — le bloc-moteur se déplace en phase avec la force F . Il se trouve à sa position inférieure quand la force F , dirigée vers le bas, a la valeur maximum. La force d'inertie appliquée au bloc-moteur est également dirigée vers le bas et a sa valeur maximum en même temps que l'effort F (fig. 10).

Le ressort est écrasé par la somme de ces deux forces. Le ressort transmet donc au châssis la somme de ces deux forces, si bien que l'effort exercé sur le châssis est plus grand que celui que le châssis subirait si le ressort n'existait pas, c'est-à-dire si le bloc-moteur était fixé d'une façon absolument rigide au châssis. L'emploi du ressort est nuisible.

Quand on accroît la vitesse de rotation du moteur, la période de l'effort F diminue et se rapproche de la période du bloc-moteur, que nous avons admis être égale à $1/4$ de seconde. Le mouvement oscillatoire du bloc-moteur devient de plus en plus ample. Corrélativement, la force d'inertie devient de plus en plus grande, et l'effort total transmis au châssis devient, lui aussi, de plus en plus important ; l'emploi du ressort est désastreux.

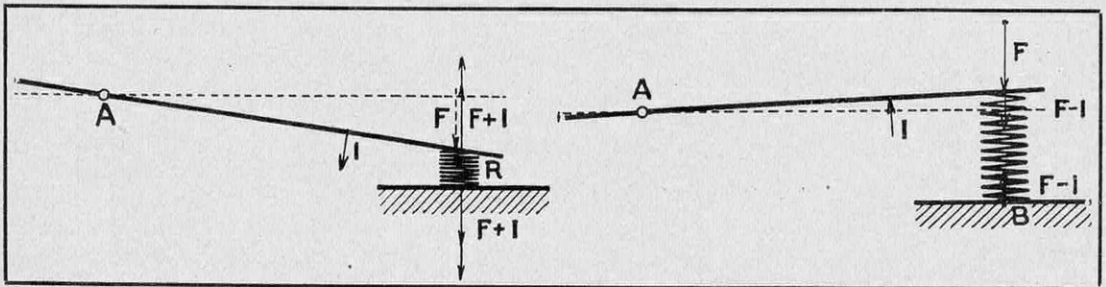


FIG. 10 ET 11. — QU'EST-CE QUE L'« EFFET BOUCHON » ?

A gauche : le mouvement est en phase avec la force F . Le ressort est écrasé sous la somme de F et de la force d'inertie I , et transmet cette somme au châssis. A droite : le mouvement est en opposition de phase avec la force F . C'est la différence $F - I$ qui agit sur le ressort et est transmise au châssis.

Il en est ainsi tant que la vitesse du moteur n'est pas assez grande pour qu'on puisse considérer que la période du bloc-moteur — qui est 1/4 de seconde — soit grande, devant la période de l'effort F — mettons 1/10^e de seconde. Mais alors le phénomène est tout différent (fig. 11).

Le mouvement du bloc-moteur est — nous l'avons appris — en opposition de phase avec l'effort F , c'est-à-dire que lorsque la force F , dirigée vers le bas, est maximum, le bloc-moteur est dans la position supérieure. Corrélativement, la force d'inertie, appliquée au bloc-moteur, est maximum et dirigée vers le haut. Elle s'oppose à l'effort F . Ce n'est donc plus que la différence des deux forces, force F et force d'inertie, qui agit pour comprimer le ressort. Ce n'est plus aussi que la différence des deux forces qui est transmise au châssis. En calculant convenablement le ressort, on peut même arriver à ce résultat que la force d'inertie équilibre à peu près exactement l'effort F , et, à ce moment, le châssis n'est plus soumis qu'à un infime effort périodique. N'étant soumis qu'à un effort périodique négligeable, le châssis n'a plus aucune tendance à trépidier, car — nous l'avons appris — il n'y a pas déplacement quand il n'y a pas d'effort.

Lorsque le ressort exerce cette très heureuse action, on dit qu'il fonctionne en « bouchon », car il empêche les efforts périodiques, dont le bloc-moteur est le siège, de s'écouler vers le châssis.

Qu'est-ce que le montage « Pausodyne » ?

Fondé sur les considérations précédentes, dues à Lagrange (vers 1760), le montage

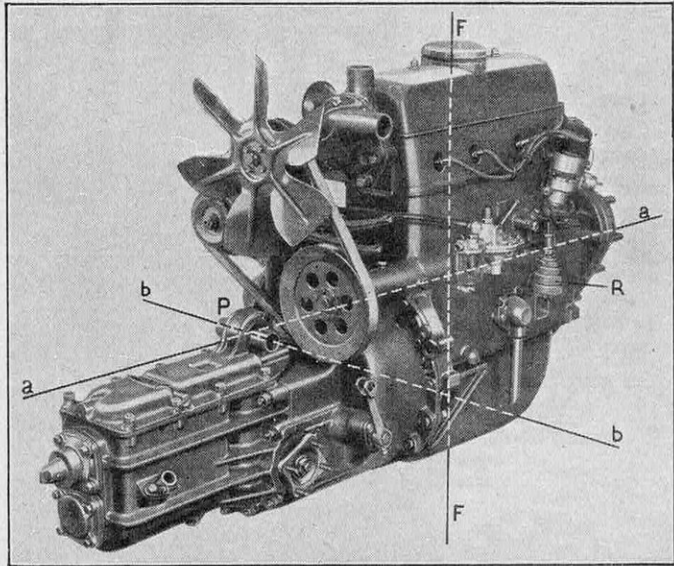


FIG. 12. — LE MOTEUR D'AUTOMOBILE ET LES AXES AUTOUR DESQUELS IL PEUT OSCILLER DANS LE MONTAGE « PAUSODYNE »

Le moteur a son point d'attache en P et repose sur les ressorts latéraux R. Le moteur peut osciller librement autour de l'axe longitudinal aa et transversal bb. La ligne FF représente la direction des forces alternatives auxquelles est soumis le moteur.

Pausodyne consiste à n'attacher le moteur qu'en un seul point (le système d'attache étant constitué par une sorte d'articulation très souple en caoutchouc) et à le faire reposer sur deux ressorts spéciaux, placés latéralement.

Bien entendu, ces ressorts sont calculés pour réaliser correctement l'« effet bouchon ».

Bien entendu aussi, l'« effet bouchon » doit être obtenu en ce qui concerne les oscillations du couple auxquelles, dans cet article, nous ne pouvons que faire allusion.

Les chiffres du tableau ci-dessous rendent compte du gain obtenu avec le montage « Pausodyne ».

On peut donc affirmer que ni l'attache avant, ni les ressorts de suspension ne transmettent pratiquement aucun effort périodique, et que le châssis ne peut entrer en vibration.

De quelques erreurs

Les explications que nous venons de donner permettent d'apercevoir la complexité des phénomènes et d'imaginer la nécessité d'une étude très soignée. Dès que fut connu un certain dispositif américain, beaucoup de constructeurs adoptèrent

	Tours par minute	Amplitude de la force perturbatrice F	Amplitude de la force appliquée au châssis (montage rigide)	Amplitude de la force appliquée au châssis (montage Pausodyne)
		(G-force)	(G-force)	(G-force)
Attache avant	150	915	915	3,5
	3 000	365 000	365 000	42,5
A l'aplomb des ressorts	150	915	915	71
	3 000	365 000	365 000	65

TABLEAU COMPARATIF DES FORCES TRANSMISES AU CHASSIS DANS LE MONTAGE RIGIDE ET LE MONTAGE « PAUSODYNE »

caoutchouc par-ci, caoutchouc par-là, en s'inspirant plus ou moins de ce dispositif. Beaucoup crurent à la vertu d'un axe curieux, mais judicieusement choisi. Et la plupart constatèrent avec étonnement que les trépidations du châssis n'étaient pas atténuées, bien au contraire. C'est qu'ils n'avaient pas réalisé les conditions nécessaires du fonctionnement en bouchon.

A la vérité, ce dispositif, qui constitue un perfectionnement notable, ne fonctionne pas, lui non plus, en bouchon, au moins partiellement. Il y a à cela une raison que nous croyons être d'ordre psychologique.

Lorsqu'en 1925, l'un des auteurs des dispositifs actuels fit, en qualité de professeur d'échange, des conférences de mécanique dans les grandes universités américaines, à Columbia, à Harvard, à Yale, etc., il signala que les dispositifs « bouchon », correctement réalisés, entraîneraient obligatoirement un montage très « mou » du bloc-moteur. Et les ingénieurs n'osèrent sans doute pas présenter à un public inaverti une voiture dans laquelle le moteur semblerait absolument libre par rapport au châssis. Ils se contentèrent de laisser au moteur la possibilité d'osciller légèrement autour d'un axe ingénieusement choisi, ne donnant ainsi qu'une solution incomplète du problème.

N'ayons aucune crainte à laisser « mou » le moteur. Plus son montage sera « mou », lorsque, soulevant le capot de la voiture,

vous ferez osciller le moteur à la main, moins amples seront ses oscillations en marche. Il n'y a à cela aucun paradoxe : plus est « mou » le montage, plus vous êtes éloigné des conditions de résonance en marche. Quelle opinion auriez-vous d'un monsieur qui vous affirmerait que votre audition de T. S. F. est d'autant plus forte que vous

êtes plus éloigné de l'accord ? Laissez-le dire, il ignore tout de la technique des vibrations... et réclamez de votre constructeur un montage aussi « mou » que possible.

Dans le montage « Pausodyne », une butée en caoutchouc semble prévue pour limiter l'amplitude des oscillations. Cette butée a uniquement pour but de s'opposer à ce que nous pourrions appeler (toujours par analogie avec la radio) les « parasites de la route », c'est-à-dire les trous, les bosses, les cassis, les dos d'ânes, les brusques accélérations,

les effets centrifuges dans les virages, etc. Grâce à la butée en caoutchouc, l'amplitude des mouvements provoqués par ces « parasites » est limitée à des valeurs convenables. De plus, au cas où un ressort viendrait à se rompre, on peut continuer à rouler sans inconvénient pendant des kilomètres.

Enfin, nous avons montré que des dispositifs amortisseurs créent nécessairement des efforts transmis au châssis : rappelons-nous le wagon arrêté par le butoir à piston et cylindre rempli d'huile. Les efforts transmis au châssis peuvent, en certains cas —

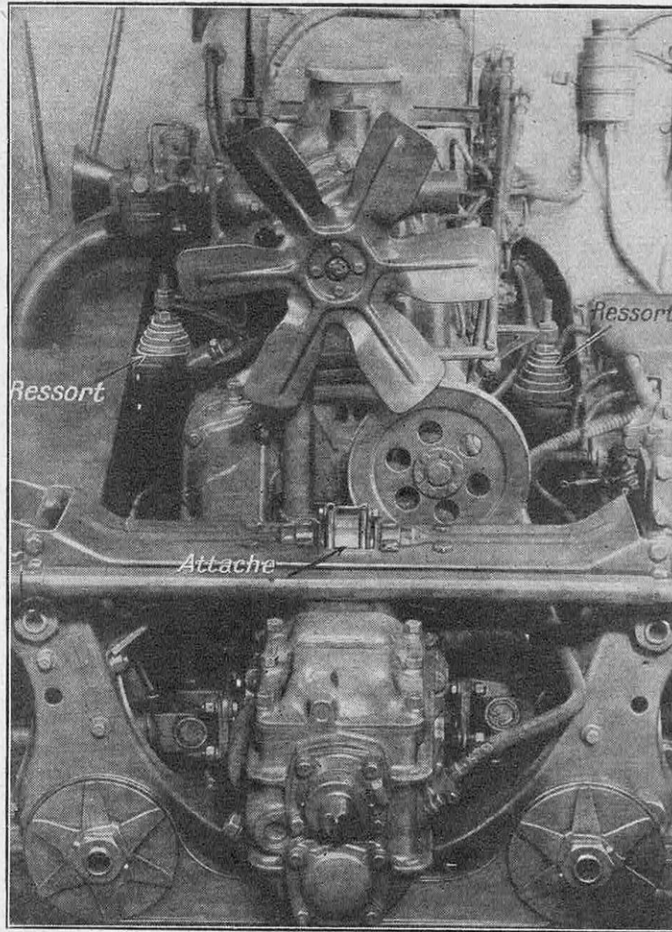


FIG. 13. — VUE AVANT D'UN MOTEUR MONTÉ SUR LE CHASSIS PAR LE DISPOSITIF « PAUSODYNE »

mais pas toujours — être moindres que les efforts auxquels est soumis le bloc-moteur. Avec l'emploi d'un dispositif amortisseur, les efforts transmis sont toujours supérieurs à ceux qu'on transmet lorsqu'il n'y a pas amortissement, car on ne peut alors réaliser l'opposition de phase nécessaire à l'obtention de l'« effet bouchon ». Nous

avons vu, en effet, que l'effort transmis au châssis était égal à la somme géométrique de la force périodique agissant sur le bloc-moteur et de la force d'inertie prenant naissance chaque fois que l'on produit une variation de vitesse d'un solide en mouvement. C'est donc une erreur d'adjoindre un dispositif amortisseur à un dispositif simplement élastique, car on rend le dispositif élastique beaucoup moins efficace. Le dispositif élas-

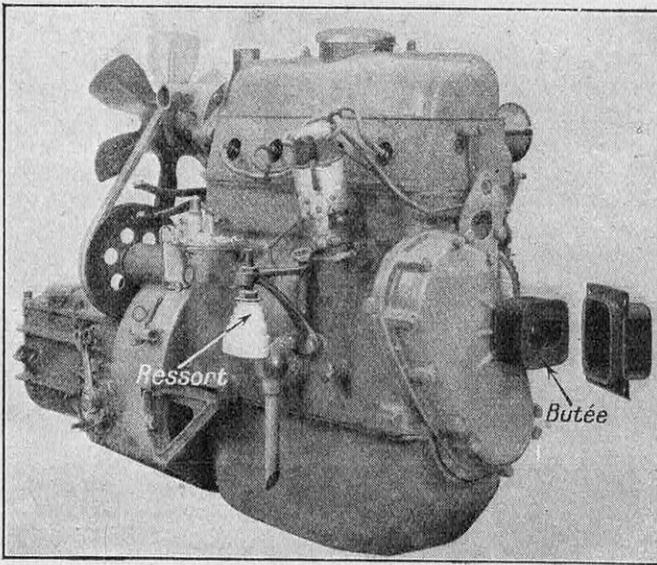


FIG. 14. — LES MOUVEMENTS BRUSQUES PROVOQUÉS PAR LES INÉGALITÉS DE LA ROUTE SONT LIMITÉS PAR UNE BUTÉE SPÉCIALE EN CAOUTCHOUC

réduire l'amplitude des oscillations du bloc-moteur. Mais, comme l'a si justement dit le grand constructeur qu'est M. Renault, dans un placard publicitaire, « ce n'est pas le moteur qui a besoin de confort, ce sont aussi les passagers ».

Laissons donc le moteur danser la sarabande, il ne s'en porte pas plus mal. Et n'infligeons aux passagers nulle fatigue, même légère. P. LEMAIRE et P. D'AUBARÈDE.

tique fonctionnant en « bouchon » permet, nous l'avons démontré, de ne transmettre au châssis que la différence entre la force périodique appliquée au bloc-moteur, et la force d'inertie qui se développe lorsque ce dispositif élastique (ressorts) réagit sur le mouvement du bloc-moteur.

Le dispositif amortisseur n'a qu'un avantage : celui de

La direction des Forces hydrauliques au Ministère des Travaux publics a institué, l'an dernier, un service technique dit des « grands barrages ». On reste quelque peu sceptique devant cette initiative, qui — selon nous — a eu le « démérite » de venir au monde trop tard. En effet, nous avons, depuis plus de dix ans, tenu au courant nos lecteurs de la construction de gigantesques barrages modernes, qui font honneur à la science de nos ingénieurs. Rappelons notamment les travaux d'Éguzon (1), du Sautet (2), de Chambon (3), de la Bromme (4), de Marèges (5), etc. L'œuvre est donc maintenant presque totalement achevée dans ce domaine de l'hydroélectricité française. Le barrage de l'Aigle, sur la Dordogne, reste seul envisagé actuellement (6). C'est il y a vingt ans qu'un tel service technique s'imposait pour prendre les mesures qu'exige la sécurité. Aujourd'hui, le nouvel organisme se contentera sans doute de se documenter sur l'œuvre accomplie... sans son concours. Ajoutons du reste que, dans l'état actuel de notre économie, on a construit trop d'usines productrices qui ne savent où vendre leur « énergie », faute de consommateurs.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 110, page 109. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 175, page 52. — (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 286. — (4) Voir *La Science et la Vie*, n° 197, page 356. — (5) Voir *La Science et la Vie*, n° 225, page 175. — (6) Il ne saurait être question ici des barrages de faibles chutes (Kembs, par exemple).

UN NOUVEAU CAOUTCHOUC SYNTHÉTIQUE EN ALLEMAGNE

Par Paul LUCAS

Au dernier Salon de l'Automobile de Berlin, notre attention a été attirée par l'exposition des pneus en caoutchouc synthétique, dont certains avaient parcouru plus de 100 000 km. C'est là l'aboutissement des recherches poursuivies depuis trente ans en Allemagne pour la fabrication synthétique d'un produit ayant des qualités égales, ou supérieures, à la gomme naturelle.

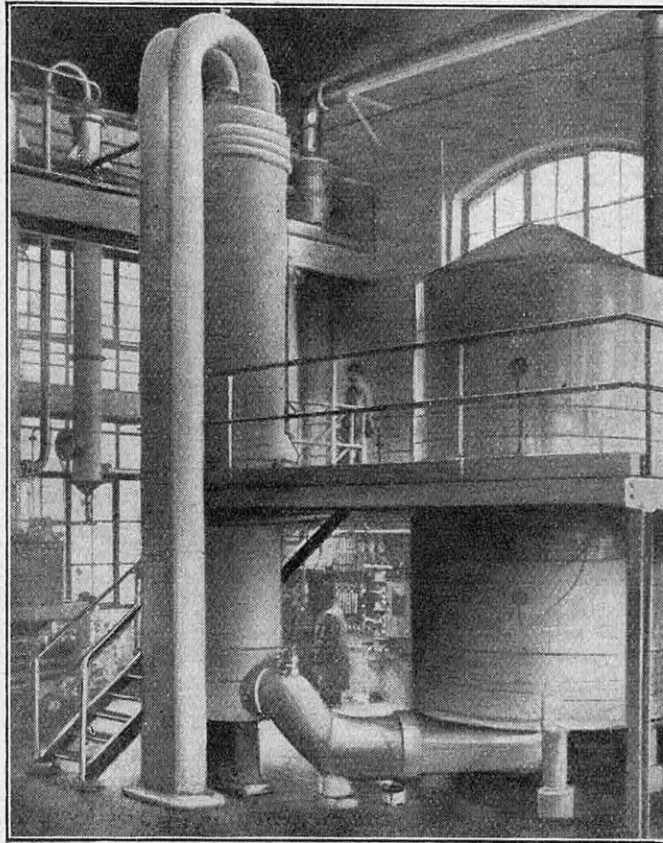
Les premiers succès dans la fabrication du caoutchouc synthétique

Les premiers travaux du chimiste allemand C. Harries sur le constituant du caoutchouc naturel, l'isoprène, remontent, en effet, à 1905 et, dès 1912, Fritz Hoffmann réalisait dans les laboratoires des usines F. Bayer and Co une gomme synthétique analogue au caoutchouc. On l'obtenait en chauffant l'isoprène avec ou sans agent de polymérisation.

Plus tard, la *Badische Anilin und Soda Fabrik* fabriqua à son tour un produit synthétique par polymérisation du buta-

diène (dont nous reparlerons plus loin).

Le caoutchouc synthétique fut fabriqué en grande quantité pendant la guerre sous le nom de « méthylcaoutchouc » (1). Ce produit était inférieur en qualité au produit naturel et, comme son prix de revient était de beaucoup supérieur, on l'abandonna dès la levée du blocus.



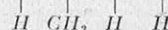
VUE PARTIELLE DE L'APPAREILLAGE SERVANT A LA FABRICATION DU BUTADIÈNE, DONT LA POLYMÉRISATION DONNE LE CAOUTCHOUC SYNTHÉTIQUE « BUNA », AUX USINES DE L'« I. G. FARBENINDUSTRIE » (ALLEMAGNE)

Qu'est-ce que le « Buna », le nouveau caoutchouc synthétique allemand ?

On distinguait alors le caoutchouc W (*weich* signifie *mou*) et le caoutchouc H (*hart* signifie *dur*). Le premier, utilisé pour la fabrication des pneumatiques, ressemblait plutôt à du cuir qu'à du caoutchouc, dont il était loin de posséder les qualités d'élasticité, surtout aux basses

températures. Le deuxième, au contraire,

(1) La formule chimique de l'isoprène est :



Cette dernière forme met en évidence la chaîne des quatre atomes de carbone (C) dont le deuxième est relié au groupe CH_3 , ou groupe méthyle, qui a donné son nom au « méthylcaoutchouc ».

pouvait remplacer sans inconvénient l'ébonite. Il se prêtait à la vulcanisation et pouvait être facilement travaillé.

La production des usines allemandes put atteindre, pendant la guerre, jusqu'à 150 tonnes par mois. Pour l'ensemble des quatre années, la production s'est élevée à près de 2 500 tonnes. A la fin de la guerre, toutes les voitures de l'armée allemande étaient équipées avec des pneus en caoutchouc synthétique, dit « méthylcaoutchouc ».

Le nouveau caoutchouc synthétique actuel porte le nom de « Buna ». Son point de départ est le *butadiène*, dont la formule chimique est voisine de l'isoprène (1).

Les matières premières de cette fabrication sont le charbon et la chaux qui, au four électrique, donnent du carbure de calcium. On a ainsi, par action de l'eau, de l'acétylène que l'on utilise pour la fabrication du butadiène, gaz aisément liquéfiable. C'est par polymérisation de ce dernier corps qu'est obtenu le caoutchouc « Buna ». Cette opération consiste en une véritable condensation de plusieurs centaines de molécules de butadiène, qui s'agglomèrent les unes aux autres pour former une seule molécule « géante » de caoutchouc. Elle est extrêmement délicate à conduire, car c'est d'elle que dépendent les qualités du produit final ; elle exige des conditions rigoureusement définies de pression, de température et aussi de durée.

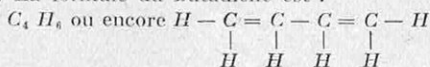
C'est là que réside le secret de la fabrication.

Le nouveau caoutchouc synthétique serait supérieur au caoutchouc naturel

L'I. G. *Farbenindustrie*, le grand trust des industries chimiques, vient de mettre au point trois sortes de caoutchouc : le « Buna N », le « Buna S », le « Buna 115 », qui, à certains points de vue, présenteraient des qualités supérieures au caoutchouc naturel, en particulier pour la résistance au vieillissement (perte d'élasticité sous l'action de la lumière et de l'oxygène (2) de l'air), à la chaleur et à l'action de solvants tels que l'essence, le benzol, l'huile, etc.

Les pneus en caoutchouc « Buna » seraient également très résistants à l'usure. Pour le démontrer, on a équipé quarante véhicules

(1) La formule du butadiène est :



On retrouve ici la même chaîne des quatre atomes de carbone que dans l'isoprène, mais sans groupe méthyle. L'isoprène pourrait être appelé également « méthylbutadiène ».

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 171, page 190.

d'une compagnie de la *Wehrmacht* avec les nouveaux pneus en caoutchouc synthétique, et on leur a fait parcourir chaque jour environ 600 km à une vitesse moyenne de 50 km/h. Les routes choisies pour ces essais étaient parmi les plus mauvaises, et le caoutchouc synthétique se comporta mieux que le produit naturel. C'est ainsi que le « Buna N » montra une usure inférieure de 30 % et le « Buna S », de 10 % à celle du caoutchouc naturel.

D'autres essais, poursuivis par l'I. G. *Farbenindustrie* sur la piste du Nurburgring, ont montré, dans certains cas, une amélioration de 100 %.

Des résultats analogues auraient été obtenus avec des pneus de motocyclettes, de camions, de tracteurs et même d'affûts de canons, qui auraient pu parcourir jusqu'à 50 000 km. Plus d'un millier de ces pneus sont actuellement en service, les uns en caoutchouc synthétique pur, les autres formés d'un mélange en parties égales de gomme naturelle et de gomme artificielle.

Les services de l'armée, des postes, des chemins de fer auraient déjà passé des commandes importantes. Ce sont, d'ailleurs, les seuls clients, car le nouveau caoutchouc synthétique n'est pas encore dans le commerce, au moins officiellement.

Pour l'Allemagne le prix de revient ne compte pas !

Quant au prix de revient, il est sensiblement plus élevé pour le produit synthétique que pour le produit naturel.

D'après les techniciens hollandais, le nouveau caoutchouc synthétique allemand aurait un prix de revient de 60 à 80 % plus élevé que le caoutchouc naturel.

Il serait donc, malgré tout, le meilleur marché de tous les caoutchoucs synthétiques (1) fabriqués actuellement dans le monde, par exemple le *duprène* et le *sovprène* obtenus, l'un aux Etats-Unis, l'autre en U. R. S. S. On sait qu'il s'agit, dans ce cas, de produits fabriqués, comme le « Buna », à partir de l'acétylène ; mais la polymérisation est obtenue directement en présence d'acide chlorhydrique.

La considération du prix de revient est secondaire pour un pays qui, comme l'Allemagne, s'efforce, par tous les moyens, de rendre son économie indépendante de l'étranger en réduisant le plus possible le nombre et la quantité des matières premières d'importation nécessaires à sa puissante industrie.

P. LUCAS.

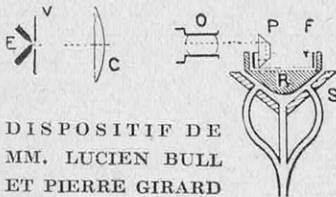
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 224, page 113.

A TRAVERS NOTRE COURRIER...

Chaque mois, des milliers de lettres arrivent à « La Science et la Vie » de tous les points du monde. Nous nous efforçons toujours d'y répondre avec précision. Mais ce courrier abondant et varié aborde parfois des questions d'ordre scientifique, qui peuvent être portées à la connaissance de tous. Aussi, sous cette rubrique, nous nous proposons de sélectionner les plus intéressantes d'entre elles pour la majorité de nos lecteurs.

50.000 images à la seconde

POUR obtenir des images cinématographiques à grande fréquence, la principale difficulté consiste à séparer nettement les images sur le film. Voici un dispositif simple, imaginé par MM. Lucien Bull et Pierre Girard, qui imprime à une petite longueur de film des vitesses de translation pou-



DISPOSITIF DE
MM. LUCIEN BULL
ET PIERRE GIRARD
POUR OBTENIR 50 000 IMA-
GES A LA SECONDE

vant atteindre 200 m/s. Le film *F* est placé à l'intérieur d'un rotor *R*, la couche émulsionnée tournée vers le centre. Ce rotor est une sorte de toupie mise en mouvement par de l'air comprimé amené par des tuyères. C'est donc une turbine sans axe, tournant uniquement sur l'air. On sait que ce système a été imaginé par MM. Henriot-Huguenard (1), et que le rotor garde une stabilité parfaite si l'on amortit les vibrations du stator dues au débit d'air des tuyères.

La source lumineuse est constituée par une série de petites étincelles électriques éclatant à la fréquence voulue en *E*, entre deux électrodes en magnésium. Un condensateur *C* concentre les rayons lumineux sur l'objectif *O*, derrière lequel se trouve un prisme *P* qui, par double réflexion, renvoie sur le film l'image en silhouette de l'objet disposé près du condensateur *C*.

Afin d'éviter la superposition d'images, un petit obturateur à guillotine, placé le plus près possible des étincelles, est réglé de manière à ne démasquer celles-ci que pendant une période correspondant exactement à la durée d'une seule révolution du rotor.

On obtient facilement ainsi 50 000 images à la seconde, de 5 cm², bien distinctes.

Aérodynamisme et économie

CERTAINEMENT les voitures aérodynamiques sont plus économiques que les automobiles aux formes « irrationnelles » si répandues il y a quelques années encore. Qu'on en juge par les résul-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 98, page 169.

tats récents obtenus à Montlhéry par deux voitures identiques, mais différentes par leur carrosserie : la voiture correctement profilée couvrit un tour de l'autodrome à 174,404 km/h, alors que la seconde n'atteignit que 128,643 km/h. Au point de vue économie, sur un trajet de 100,907 km, couvert en une heure, la voiture aérodynamique consomma 10,750 litres d'essence, et l'autre, 17,300 litres. Sur 10 tours du petit circuit routier de 5 km (soit 50 km), les voitures roulant à la même vitesse de 96,164 km/h, la voiture profilée consommera 11,170 litres d'essence et l'autre 14,300 litres. L'importance de l'aérodynamisme s'accroît avec la vitesse. Ainsi, à 60 km/h, on emploie par exemple 8 ch pour le roulement et autant pour vaincre la résistance de l'air ; à 80 km/h, ces chiffres deviennent 10,6 ch et 19 ch ; à 100 km/h, ils seront 13,3 ch et 37 ch. On se souvient certainement que, dès 1931, le profilage d'une voiture établie pour le prince de Galles permit de réaliser un gain de vitesse de 12 km/h sur le châssis nu, malgré le poids supplémentaire.

Le dirigeable géant allemand « Von Hindenburg »

UN certain nombre de lecteurs nous ont demandé des renseignements concernant le nouveau zeppelin *L. Z.-129*. Nous avons publié en temps opportun ses principales caractéristiques (1), mais nous nous faisons un devoir de les résumer ici en les complétant. Au point de vue des dimensions, ce dirigeable géant mesure 248 m de long (contre 235 m pour le précédent, le *L. Z.-127*) ; son volume est de 190 000 m³ (105 000 m³ pour le *L. Z.-127*). Ses possibilités apparaissent également supérieures à celles de son aîné. Ainsi il peut voler 100 heures à 130 km/h, alors que le *L. Z.-127* ne dépassait pas 115 km/h. On compte que le *Von Hindenburg* (c'est le nom du nouvel aéronef, le précédent s'appelant le *Graf Zeppelin*) pourra, dans ces conditions, se rendre aux Etats-Unis en moins de 60 heures et revenir en moins de 50. Il peut franchir 13 500 km sans escale.

Au point de vue de la sustentation, on sait que, pour éviter les dangers d'incendie, on utilise l'hélium pour le gonflement des

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 219, page 227.

dirigeables Zeppelin. Cependant, l'hydrogène étant plus léger que l'hélium, on l'utilise également ; mais, pour éviter l'incendie, les ballonnets d'hydrogène sont protégés par les ballonnets d'hélium au nombre de 16.

En ce qui concerne le combustible, le *L. Z.-127* utilisa le *blaugas*, combustible étudié par le docteur Blau — d'où son nom — dans le but suivant : si on utilise un combustible liquide, le dirigeable s'allège au fur et à mesure de la consommation et il faut laisser s'échapper du gaz hélium, qui coûte fort cher, pour conserver la même altitude.

Avec un combustible gazeux de même densité que l'air, le poids reste constant. Ajoutons que ce gaz a un pouvoir calorifique de 14 000 à 16 000 calories.

La propulsion du *L. Z.-129* est assurée, elle, par quatre moteurs Diesel, à refroidissement par eau, de 1 100 ch chacun, à 16 cylindres en V, tournant à 1.400 tours/mn, actionnant des hélices à 4 pales. Le dirigeable n'emporte pas moins de 70 tonnes de combustible (huile lourde).

Dans les aménagements intérieurs, signaux, à l'avant et en dessous, la cabine du commandant, poste de pilotage muni de tous les appareils de direction et de signalisation, comme sur un navire. Le *Von Hindenburg* pourra emporter 50 passagers et 35 hommes d'équipage. Les 25 petites chambres, de 2 m de long, comportent deux lits. L'emploi des alliages légers a été généralisé. Ainsi, un lavabo ne pèse que 500 g. Deux salons, une salle à manger avec 12 tables complètent le pont supérieur. Un deuxième pont, inférieur, contient les bureaux, la cuisine, les douches, et un fumoir bien aéré, dont la porte est sévèrement gardée afin qu'aucun fumeur ne puisse en sortir avec une cigarette allumée.

Pesant en ordre de marche 195 000 kg, sa charge utile est d'environ 20 000 kg, dont 7 000 pour les passagers et 12 000 pour la poste.

Ainsi, depuis trente-cinq ans, l'Allemagne reste fidèle aux « plus légers que l'air », malgré les difficultés de leur pilotage. On sait que, grâce à l'habileté du docteur Eckener et de son assistant Lehmann, le *L. Z.-127* a parcouru près de 1 million et demi de kilomètres en 14 000 heures environ et transporté 12 000 passagers.

Le *Von Hindenburg*, qui a commencé tout d'abord son service sur la ligne de l'Atlantique-Sud, sera ensuite utilisé sur l'Atlantique-Nord, entre Francfort et New Jersey (N. Y.).

Lampes de T. S. F. tout métal

LES lampes, ou plutôt les tubes, entièrement métalliques pour les radio-récepteurs ont vu récemment le jour en Amérique. Nous publierons prochainement une étude complète sur ces éléments

en montrant notamment leur correspondance avec les lampes à ampoule de verre. Signalons dès à présent que, en dehors de leur grande robustesse, les nouveaux tubes présentent des dimensions inférieures à celles des lampes au verre, que leur enveloppe métallique assure leur complète faradisation (c'est-à-dire évite l'action des champs électriques dus aux électrodes sur les éléments du poste) et que les appareils munis de ces tubes sont peu encombrants. Cependant, quelques difficultés paraissent devoir être surmontées encore avant d'obtenir le rendement que l'on est en droit d'attendre de ces tubes.

Définissons les carburants de remplacement

VOICI, d'après l'ingénieur des mines Brunshwig, ce que l'on entend par « carburants de remplacement » :

Schistes bitumineux. — Par continuité minéralogique, l'ère des schistes bitumineux semblerait devoir succéder à celle du pétrole.

On considère, en effet, assez communément, que les gisements actuels de pétrole ont dû tirer leur origine de gisements de roches bitumineuses soumis aux conditions de température et de pression des cataclysmes géologiques.

Ainsi les gisements de schistes bitumineux que l'on connaît en assez grande abondance dans le monde seraient-ils des gisements de pétrole incomplètement évolués. L'exploitation de ces gisements et le traitement des schistes par pyrogénéation permet de compléter — au moins approximativement — le processus naturel.

Mais les rendements sont généralement faibles (10 à 15 % en moyenne), la dépense en combustible n'est pas négligeable et, à l'heure actuelle, l'exploitation des schistes bitumineux se réduit à peu de chose dans le monde.

Seul, le Japon, pour des raisons d'ordre politique, a consacré des moyens puissants à l'exploitation du gisement de schistes bitumineux de Fushun, en Mandchourie.

Produits de carbonisation de la houille. — On sait que le benzol, produit de la carbonisation de la houille, constitue un excellent carburant, remarquable notamment par son pouvoir antidétonant.

La production de benzol est liée à l'activité de l'industrie métallurgique. La production mondiale a atteint 1 100 000 tonnes en 1930, pour s'abaisser à un peu moins de 800 000 tonnes en 1933.

Compte tenu des emplois du benzol comme matière première de l'industrie chimique, la place qu'il occupe sur le marché des carburants est relativement minime. Mais l'intérêt qui s'attache à cette consommation n'est pas seulement quantitatif ; il est aussi qualitatif car, en proportions minori-

taires, le benzol intervient dans la préparation des supercarburants, auxquels il confère une haute résistance aux phénomènes de détonation, et qui sont maintenant requis par tous les moteurs poussés.

Produits d'hydrogénation de la houille et du lignite. — Parmi les substances minérales dont la constitution chimique se rapproche de celle du pétrole figurent au premier plan les houilles et les lignites. La différence la plus sensible tient à la proportion d'hydrogène, plus élevée dans les combustibles liquides que dans les combustibles solides.

D'où l'idée, déjà ancienne, de transformer ces combustibles en pétroles artificiels par hydrogénation sous pression. On peut considérer cette idée comme actuellement réalisée sur le plan industriel.

La houille et le lignite traités par hydrogénation catalytique sous pression peuvent être transformés en essence dans la proportion étonnante de plus de 50 % de leur poids ! Dès maintenant, les usines de Leuna (Allemagne, Saxe) produisent plus de 200 000 tonnes d'essence synthétique à partir des lignites. Une usine capable de fournir 100 000 tonnes d'essence par traitement de la houille est en démarrage en Angleterre. En France, deux usines capables de traiter chacune 50 tonnes de houille par jour sont en construction, ainsi que nous l'avons annoncé (1).

La question de savoir si ces procédés sont rentables n'a aucun sens actuellement ; si l'on compare le prix de l'essence naturelle, taxes déduites, au prix de revient de l'essence synthétique, il est hors de doute qu'en raison surtout du coût d'établissement des usines, aucune compétition ne peut être envisagée. Si l'on compare, au contraire, le prix de vente de l'essence synthétique sur un marché donné à celui de l'essence naturelle, le jeu des taxes fiscales est déterminant. On peut donc dire que, dans la situation actuelle, la production des essences synthétiques n'est possible que dans une économie « protégée ».

Mais cette situation peut subir, dans l'avenir, des modifications importantes. D'une part, en effet, il est d'expérience constante que les fabrications industrielles d'une complexité comparable évoluent dans le sens de la simplification de l'appareillage et de l'allègement des frais d'installation et d'exploitation. D'autre part, les prix de vente de l'essence naturelle pourront être influencés par la rarefaction des ressources et, sans même attendre jusque là, par une organisation plus concertée de l'exploitation des gisements.

Retenons en tout cas que l'abondance des réserves de houille connues dans le monde (on évalue les ressources certaines à plus de 700 années de la consommation actuelle) permet d'envisager, au moins théorique-

ment, la substitution plus ou moins complète de l'essence synthétique à l'essence naturelle, au cas où celle-ci ferait défaut.

Dans le seul but de fixer les ordres de grandeur, on peut dire que l'affectation à la fabrication de l'essence de 15 % environ de l'extraction mondiale de charbon suffirait à couvrir les besoins actuels en carburants. Nous ajouterons d'ailleurs que les investissements correspondants seraient, sur la base des procédés actuellement mis en œuvre, de l'ordre de plusieurs centaines de milliards de francs !

Il n'en reste pas moins que, d'un point de vue très général, les incertitudes qui s'attachent à l'avenir du pétrole naturel se trouvent, en quelque manière, corrigées, grâce à l'intervention de l'hydrogénation sous pression, par l'amplitude des réserves *certaines* du monde en combustible solides.

Dans cet ordre d'idées, il faut reconnaître que la substitution croissante du mazout (fuel oil) au charbon dans les foyers ne doit pas être tenue, ainsi que le public a souvent tendance à le faire, comme un progrès.

C'est la conception contraire qui prévaut dans les milieux les mieux éclairés sur la question ; on y considère, à juste titre, comme un gaspillage et une marque d'évolution industrielle insuffisante de ne pas tirer du pétrole le maximum de produits nobles destinés aux moteurs et d'affecter une part notable d'une production dont le caractère principal est la précarité aux emplois de chauffage qui peuvent être sans difficulté tenus par le charbon.

Autres carburants de remplacement. — Sans avoir la prétention d'être complets, car les substances les plus inattendues ont été préconisées comme carburants, nous mentionnerons comme dignes d'intérêt les carburants d'origine végétale : alcool utilisé seul ou non, bois ou charbon de bois alimentant des gazogènes (1) transportables, et nous indiquerons également les remarquables applications du gaz d'éclairage sous pression (2) à l'alimentation des moteurs.

Il faut toutefois reconnaître que ces solutions sont essentiellement de circonstance.

Le ravitaillement des véhicules en gaz comprimés en restreint l'emploi à des services réguliers dans un rayon d'action limité.

L'emploi de l'alcool a pour objet de résoudre, bien plus qu'une question de carburant, un problème agricole ou de défense nationale et nécessite d'ailleurs une subvention directe du budget.

Pour les gazogènes transportables (à bois ou à charbon de bois), la question de l'approvisionnement en ferait limiter l'usage à des régions particulières, ou à des véhicules militaires, ou à des exploitations ferroviaires (utilisation de vieilles traverses transformées en charbon de bois).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 379.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 213, page 251.

1) Voir *La Science et la Vie*, n° 216, page 490.

CONSEILS AUX SANS-FILISTES

Par Géo MOUSSERON

Sous cette rubrique, notre collaborateur, particulièrement qualifié, expose à nos nombreux lecteurs sans-filistes les nouveautés les plus intéressantes susceptibles de porter au maximum le rendement des radiorécepteurs modernes et l'agrément des auditions.

Pourquoi une nouvelle Exposition de la radio

LE Syndicat Professionnel des Industries radio-électriques (S. P. I. R.), le plus ancien groupement des industriels de la radioélectricité (il a été fondé en 1924), groupe actuellement deux cent trente maisons françaises de T. S. F.

Cette ancienneté lui donne évidemment quelque autorité pour tout ce qui concerne l'industrie de la radio. Aussi a-t-il pris l'initiative de créer une Exposition de la T. S. F., dont la date est fixée du 20 mai au 2 juin.

Une telle décision n'a pas manqué de surprendre bien des hommes de métier, qui ont vu là une innovation peut-être hasardeuse et pour laquelle un avenir désormais très proche répondra d'une façon décisive. Cependant, il est déjà possible d'exposer certaines observations à ce sujet.

Tout d'abord, il est certainement regrettable que la saison des affaires pour la T. S. F. diminue chaque année. Dès le mois de janvier, le commerce de la radio constate un certain ralentissement, ce qui réduit la pleine saison à quatre mois seulement. Il appartenait au S. P. I. R. d'essayer de réduire au minimum une morte-saison qui s'étend actuellement sur près de huit mois.

Contre une telle forme de la courbe commerciale, qui montre bien l'origine d'une importante source de pertes pour tous ceux qui vivent de la radio, il semble que le stockage soit le seul palliatif actuel à cet état de choses. Mais celui-ci n'est permis qu'aux firmes puissantes et risque d'avoir une influence sur les prix. Or, comme l'automobiliste attend le Salon pour acquérir sa voiture, le sans-filiste agit de même pour son récepteur. Une exposition ne peut donc que favoriser les achats.

Le fait d'en avancer la date doit répartir plus régulièrement le chiffre d'affaires et, sans nul doute, l'accroître. On en trouve une preuve dans la constatation suivante :

Différents constructeurs habitués à sortir leurs modèles en mai ont augmenté leur chiffre dans les proportions de 1 à 5. En résumé, à une époque que l'on qualifie toujours de désastreuse pour la radio, les ventes sont possibles malgré tout.

Ainsi, le travail du fabricant de pièces détachées, étant réparti sur toute l'année, pourra devenir plus rémunérateur parce que mieux organisé.

De plus, le revendeur possédera constamment un matériel bien au point ; il aura tout le temps nécessaire aux essais des appareils dont il doit démontrer les avantages. Il en aura surtout la quantité utile à la pleine saison.

De même, la période de chômage de l'ouvrier spécialisé diminuera, en même temps que la morte-saison, de huit à quatre mois.

Enfin — et nous l'avons réservé pour la fin — l'acheteur, c'est-à-dire le sans-filiste, celui sans lequel il n'y aurait pas de radio possible, trouvera des modèles bien étudiés par suite de la meilleure organisation du travail du constructeur, basée sur une grande régularité.

D'ailleurs, sans vouloir nous appuyer sur l'étranger pour confirmer nos observations, nous pouvons constater que l'Angleterre et la Belgique semblent vouloir adopter le même principe et se proposent d'avancer aussi leurs propres expositions de la radio.

Parmi les nombreux stands présentés à l'exposition qui ouvrira ses portes le 20 mai prochain, nous signalons particulièrement les suivants :

Les Etablissements *Schneider frères* présentent une sobre gamme de quatre modèles de 4 à 8 lampes. Tout le modernisme souhaité : bobinages à noyau de fer, sélectivité variable, réglage silencieux par l'œil magnétique. Emploient les nouvelles lampes transcontinentales. Quant à la présentation, elle est aussi nouvelle qu'inédite. *L'Ecole Centrale de T. S. F.*, universellement connue, a déjà formé des milliers d'ingénieurs, sous-ingénieurs, metteurs au point, monteurs, etc., qui font merveille dans l'industrie. Sur un autre plan, les héroïques radios volants et navigants sortent, pour la plupart, de *L'Ecole Centrale de la rue de la Lune*.

Les Etablissements *Réalt* se sont attachés, cette année, à produire la gamme la plus complète qui soit d'appareils récepteurs. Ce sont les seuls qui fournissent aussi tous les schémas et plans détaillés des différentes réalisations qui font merveille.

Un dynamique à démontage automatique et instantané retient l'attention des plus indifférents. Le grand spécialiste *Pival* des dispositifs antiparasites efficaces de toutes sortes n'a pas manqué cette occasion de signaler son activité toujours grandissante.

A signaler une remarquable antenne antiparasites à transformateur à prises permettant d'ajuster l'impédance du système aux différents circuits d'accord et, en général, tout ce que peuvent désirer les chasseurs de parasites. Une des premières firmes de T. S. F., *Lemouzy*, n'a cessé d'affirmer sa haute valeur technique au cours de ses nombreuses années d'existence. Elle a créé toute une pléiade de récepteurs modernes du plus petit au plus grand, en restant, pour chaque modèle, dans une note toujours élevée. La fameuse marque *Jackson*, que tous les sans-filistes connaissent, ne manque pas une seule des manifestations radioélectriques. Postes toutes ondes, technique transcontinentale, lampes modernes rouges et accus 2 volts, rien ne manque à l'appel. Ce n'est plus le fameux bloc « Jackson », mais ce sont des bobinages « Jackson ». C'est tout dire !

La radio est entrée dans une phase où rien ne peut s'effectuer sans mesure sérieuse. *Radiophon* présente toute une série d'appareils de mesure qui fera la joie de tous les sans-filistes, amateurs ou professionnels. Capacimètres, ohmmètre, hétérodyne, etc. A signaler un tube à rayons cathodiques avec ampli double qui fera rêver les dépanneurs. *Radio-Lyon*, le premier qui a utilisé le fameux réglage gyroscopique, présente aujourd'hui son tube lumineux, véritable révélation appelée à remplacer les systèmes mécaniques indiquant à l'amateur la station qu'il reçoit.

Enfin, bien que n'étant pas représentée au Salon, signalons la maison *Gaillard*, qui a fait un gros effort pour mettre au point une série de récepteurs toutes ondes (4 gammes de réception) de 5 à 10 lampes équipés de lampes « Dario » rouge (nouveau modèle), avec syntonisation par œil magique. La présentation de ces postes est aussi à remarquer.

Une série complète de châssis

POUR l'amateur ou le professionnel qui veut faire son choix, rien n'est plus commode que d'avoir, en un même endroit, un ensemble de réalisations parfaitement étudiées allant de l'appareil le plus simple au plus perfectionné. Si chaque récepteur, comme c'est le cas ici, est muni d'un plan de réalisation, le maximum de commodités sera offert à l'acheteur éventuel.

Il nous a été donné de voir une organisation de ce genre, qui vient d'établir une série de modèles répondant chacun à un besoin précis, du modeste « 3 lampes » au « 8 lampes » le plus moderne.

Un ordre logique a été suivi pour la conception de cet ensemble de montages ; c'est ainsi que nous notons :

Des montages 4-5 lampes à résonance dont la principale qualité réside dans une grande fidélité ;

Des montages Super 5 lampes, soit en 110 kilocycles avec présélecteur et moyenne fréquence à air, soit en 465 kilocycles avec MF à noyaux de fer, — ces deux sortes d'appareils étant munis des ondes courtes ;

Viennent ensuite les modèles 6 lampes en 110 ou 465 kilocycles, suivant la préférence du sans-filiste ; ces montages comprennent un contrôle visuel au néon, un contrôle de sensibilité, de tonalité et un remarquable cadran verrier de grandes dimensions (12 x 24 cm).

Ce dernier montage existe encore perfectionné, pour les amateurs de push-pull, dans les modèles à 7 ou 8 lampes, suivant que l'on a adopté le déphasage par self ou par lampe déphaseuse.

A côté, pourrait-on dire, il faut encore remarquer les transfos de toutes caractéristiques, les bobinages HF et MF, les chargeurs et les dynamiques d'un rendement parfait. Un de ceux qui a retenu notre attention est le modèle entièrement démontable et remontable avec centrage automatique, nettoyage immédiat et interchangeabilité de toutes pièces, entre autres la bobine d'excitation, ainsi qu'un 28 cm avec transfo standard d'entrée à 7 prises pour toutes impédances.

Le tout est complété par un ensemble d'ébénisteries variées et luxueuses en même temps que d'un modernisme certain.

Une telle organisation mérite de sincères félicitations, car elle contribue à faire vivre une industrie que le ralentissement général des affaires n'a pas épargnée.

Visite d'une usine française de lampes réceptrices

MONSIEUR J. VISSEAUX a invité récemment les membres de la presse radio-électrique parisienne pour une visite détaillée et fort instructive de son usine à Lyon.

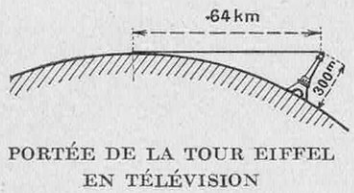
Ainsi, nous avons pu constater que la France possède maintenant une installation parfaite, grandiose et minutieusement étudiée.

Toute la matinée fut trop courte pour admirer en détail les multiples machines indispensables à la fabrication d'une lampe. Le sans-filiste qui achète un tube de réception ignore le travail que représente un si modeste globe de verre. Nous avons vu la salle des machines, celle des pièces détachées et emboutissage, la fabrique des grilles. A noter que, pour cette dernière, des précautions toutes spéciales sont prises pour éviter les poussières (plancher huilé,

aspirateurs spéciaux, etc.). La salle des filaments, des cathodes, le montage, le pompage, le traitement, les essais, les laboratoires et les contrôles. C'est intentionnellement que nous mettons ce dernier mot au pluriel : contrôle sur appareil, contrôle sur poste, etc. Et, sur toutes les lampes reconnues bonnes, un prélèvement est encore fait, et un laboratoire spécial documente constamment M. J. Visseaux sur la qualité des lampes sorties au jour le jour.

Au bout du fil, désormais, vous verrez votre correspondant

LA transmission simultanée de la voix et de l'image par fil existe actuellement entre Berlin et Leipzig (150 km environ). Le seul fait de demander son correspondant fait apparaître, sur un écran, les traits de celui-ci. On peut espérer qu'en France une



PORTÉE DE LA TOUR EIFFEL EN TÉLÉVISION

réalisation analogue sera bientôt accomplie. Il convient, cependant d'éviter toute confusion dans l'esprit de nos lecteurs. La radiotélévision est une chose, la visiotéléphonie en est une autre. Bien que le principe en soit rigoureusement le même, l'application, les difficultés ou les facilités rencontrées sont toutes différentes. Il est aisé de s'en rendre compte.

La radiotélévision — encore dans l'enfance, il faut l'avouer — doit utiliser des longueurs d'ondes peu élevées (5 à 10 m) pour offrir une image assez fouillée. En d'autres termes, pour que ce cliché à trame très fine puisse être transmis, il lui faut une longueur d'onde faible, ce qui correspond à une fréquence très élevée. Cette seule obligation nous met déjà en présence de certaines nécessités : montages spéciaux pour la réception, accord des moyennes fréquences sur des longueurs d'ondes déterminées, etc. Il s'agit, bien entendu, du récepteur d'images, le récepteur radiophonique restant toujours le même et n'ayant aucun rapport avec celui-là.

De plus, les faibles longueurs d'ondes présentent un gros inconvénient : elles ne se propagent qu'en ligne droite, ce qui, en pratique, signifie qu'elles n'atteignent que des récepteurs disposés dans le champ visuel de l'émetteur. Tout comme un rayon lumineux, l'onde de 5 à 10 m n'atteint que ce que voit l'antenne d'émission. Puisque l'on recherche, pour cette dernière, des points très élevés, le sommet de la Tour Eiffel semblait donc, dans la région parisienne, le seul à envisager. Or, sa portée « visuelle » ne dépasse pas une soixantaine de kilomètres. Dans l'état actuel des choses, la radiotélévi-

sion reste donc d'un usage assez restreint (1). Il en est tout autrement de la visiotéléphonie qui, tout en utilisant le même principe (le disque de Nipkow, et non le tube à rayons cathodiques), l'applique de façon différente. Ici, la distance ne joue plus avec la même sévérité, puisque le câble sert de support aux courants. La rotondité de la terre ou les obstacles naturels (collines, forêts, etc.) n'entrent plus en ligne de compte. Différents problèmes, ardues par sans fil, ne se posent plus et les anticipations de certains romanciers se trouvent une fois de plus dépassées. Le miracle de la voix entendue à des centaines de kilomètres s'accompagne d'un autre non moins admirable : le visage apparaît, supprimant ainsi la distance.

L'alimentation des récepteurs

QUELLES que soient les lampes utilisées sur un récepteur radiophonique, il faut toujours envisager pour celles-ci deux sources différentes de courant. Il peut se faire que, dans certains cas (postes « tous courants »), les deux circuits ne soient pas nettement séparés à l'origine ; mais ceci est un détail d'application. En principe, on doit toujours disposer du courant de chauffage et du courant plaque ou anodique.

Le premier est dit « à basse tension » (en général 2 V, 4 V ou 6 V). Le second est dit

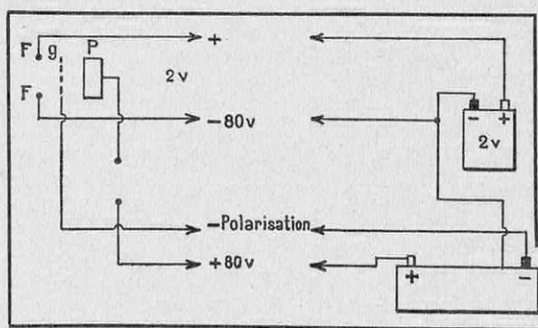


FIG. 1. — ALIMENTATION D'UN POSTE SUR BATTERIES D'ACCUMULATEURS

« à haute tension » (de 80 à 250 V). Si l'on est tenu à certaines limites pour des lampes destinées à être alimentées par batterie, il n'en est pas de même avec les tubes secteur. Le courant alternatif se prêtant très bien au fonctionnement de petits transformateurs, il n'est pas plus difficile d'obtenir 1 000 V que 2 V. C'est pourquoi la tension

(1) Une formule très simple permet de calculer la distance visible de l'horizon selon la hauteur de l'observateur par rapport au sol :

$$D = \sqrt{H \times 2}$$

La distance D est obtenue en milles marins (1 852 m). H est la hauteur de l'observateur par rapport au sol (en mètres). Pour la Tour Eiffel, le calcul est le suivant :

$$\sqrt{300 \times 2}$$

soit 34,6 milles ou 34,6 × 1,852 = 64 km environ.

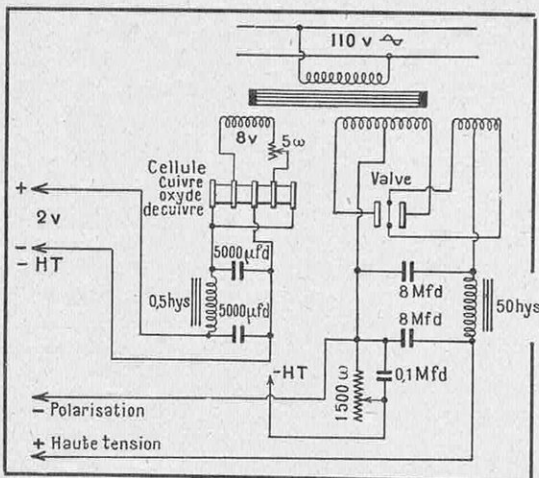


FIG. 2. — ALIMENTATION D'UN POSTE A LAMPES A CHAUFFAGE DIRECT SUR UN SECTEUR A COURANT ALTERNATIF

de 80 V fut celle des premières lampes sur batteries. Les lampes secteur modernes admettent généralement 250 V, qu'elles soient européennes ou américaines.

Dans le cas de lampes batteries, il suffit d'avoir deux sources, l'une pour le circuit plaque, l'autre de 2 à 4 V pour le chauffage du filament. La tension de polarisation des grilles peut toujours être prise sur la source de haute tension (fig. 1).

Ces mêmes lampes peuvent être alimentées à l'aide du courant alternatif; mais il faudra redresser ce dernier, afin qu'il se présente, aux lampes, comme du courant rigoureusement continu. Il faut alors un

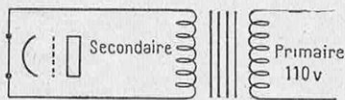


FIG. 3. — AVEC DES LAMPES A CHAUFFAGE INDIRECT IL SUFFIT D'ABAISSE LA TENSION DU SECTEUR AVEC UN TRANSFORMATEUR

dispositif un peu compliqué et qui, à part les valeurs, reste le même pour la haute et la basse tension (fig. 2). Dès que nous nous trouvons en face de lampes secteur ou à chauffage indirect, le système d'alimentation devient plus aisé. Il se simplifie très vite, surtout pour le filament : il suffit, en effet, de brancher ce dernier aux bornes d'un secondaire de transfo donnant la tension utile avec le débit demandé (fig. 3). Si, dans le montage, on utilise une basse fréquence à chauffage direct, sans cathode par conséquent, on doit prévoir un point milieu

sur le secondaire. Entre ce point et la masse est alors fixée une résistance (shuntée par un condensateur) pour assurer la polarisation de grille utile (fig. 4), la partie « haute tension » reste identique à la figure 2.

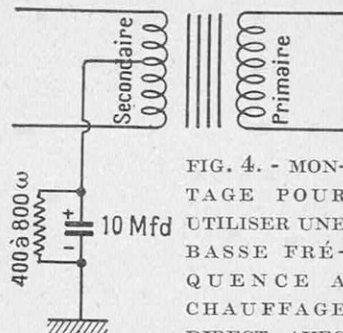


FIG. 4. — MONTAGE POUR UTILISER UNE BASSE FRÉQUENCE A CHAUFFAGE DIRECT AVEC POINT MILIEU AU SECONDAIRE DU TRANSFORMATEUR

Quand le poste est destiné à fonctionner sur tous les courants (alternatif ou continu indistinctement), on doit prendre les précautions suivantes : n'utiliser que des lampes qui puissent être mises en série et ayant, par conséquent, une consommation identique au filament. N'ayant pas la possibilité d'utiliser des transformateurs, il faudra aussi que les lampes puissent fonctionner

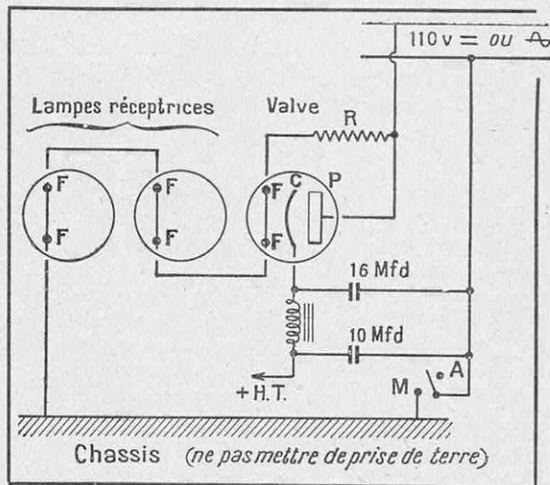


FIG. 5. — ALIMENTATION D'UN POSTE TOUTS COURANTS (ALTERNATIF OU CONTINU)

convenablement sous une tension plaque ne dépassant pas celle du réseau (110 V presque toujours). Le montage des lampes devient alors celui qui est schématisé à la figure 5.

Par ces quelques figures, tous les montages d'alimentation actuellement adoptés ont été passés en revue et les lampes modernes ne changent, en aucune manière, ces dispositions. GÉO MOUSSERON.

SANS-FILISTES, avant d'acquérir un appareil récepteur, n'hésitez pas à consulter le service technique de *La Science et la Vie*. Il vous renseignera impartialement sans tenir compte de considérations commerciales qui, trop souvent, faussent le jugement.

UNE CURIOSITÉ MÉCANIQUE :

LE « MILPAT », CHANGEMENT DE VITESSE PROGRESSIF POUR BICYCLETTES

TOUT cycliste considère aujourd'hui, avec infiniment de raison, que le moteur de son vélo, c'est-à-dire *lui-même*, mérite tout autant qu'un moteur d'auto un changement de vitesse rationnel lui permettant, quel que soit le profil de la route, de fonctionner dans les meilleures conditions. Aussi le nombre est-il grand des systèmes qui ont été imaginés pour répondre à ce désir — et on connaît notamment les solutions, remarquables par leur simplicité et leur bon marché, que constituent certains *dérailleurs*, si employés aujourd'hui. Il ne semble pourtant pas qu'on ait encore réalisé pratiquement un système permettant, par le simple jeu d'une manette placée sur le guidon, sans mettre pied à terre, *en pleine action*, — au passage, par exemple, d'une descente à une côte, — de passer aussi vite qu'on veut, mais progressivement, du développement le

plus favorable à cette descente au plus convenable pour cette côte ; et les fervents de la bicyclette sentent combien une bonne réalisation d'un pareil programme augmenterait le charme de leur sport favori.

Or, tel est, malgré la difficulté du problème, le résultat atteint par le changement de vitesse progressif à 12 vitesses, le *Milpat*.

C'est d'une véritable curiosité mécanique qu'il s'agit, et nous la signalons à nos lecteurs avec d'autant plus de plaisir qu'elle est l'œuvre de M. A.-G. Claude, fils de notre éminent collaborateur, M. Georges Claude, et de son collaborateur Manet.

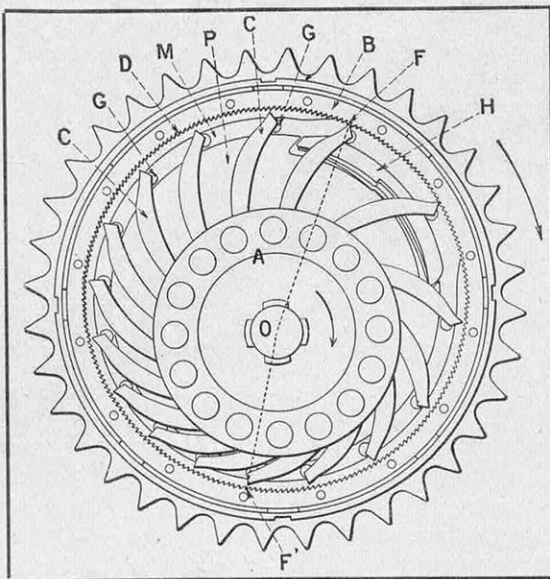
En voici la description, avec quelques

simplifications pour la clarté des explications.

L'axe *O* du pédalier entraîne un disque *A*, qui porte par autant d'axes seize cliquets *C C* mobiles autour de ces axes. Par un mécanisme qui sera expliqué, ces seize cliquets viennent attaquer *successivement* au même point *F* de l'espace (la bicyclette supposée immobile) la denture intérieure *D* de la couronne porte-chaîne

B, très excentrée par rapport à *A*. Comme on le verra, ce point d'attaque *F* est modifiable à volonté suivant le développement désiré.

Les seize cliquets mobiles sont munis de petits ergots *G*, qui glissent dans la gorge circulaire *M* d'un plateau *P* concentrique à la couronne porte-chaîne et indépendant d'elle. Il résulte de ce guidage des ergots dans la gorge *M* que, lorsque le disque *A* tourne dans le sens de la flèche sous l'effet des pédales, les cliquets, comme le



SCHEMA DU CHANGEMENT DE VITESSE PROGRESSIF « MILPAT » A DOUZE VITESSES

montre bien la figure, s'inclinent, se ferment progressivement dans la partie descendante de droite pour se rouvrir progressivement dans la partie montante.

Ainsi, la vitesse de déplacement de la pointe de chaque cliquet n'est pas du tout constante pendant chaque tour : pour chaque pointe, elle dépend évidemment de la distance *OF* de cette pointe à l'axe du pédalier ; elle va en diminuant de la partie ouverte à la partie fermée, cette diminution se manifestant d'une manière visible par l'écartement décroissant des cliquets dans la partie descendante de droite ; la plus grande vitesse des pointes de cliquets

est à peu près le double de la plus petite.

Si donc le point où le mécanisme dont nous allons parler fait encliqueter successivement chaque cliquet avec la couronne est vers F (OF étant maximum), la couronne porte-chaîne tournera deux fois plus vite — exactement 1,91 fois plus vite — que si le point d'encliquetage est porté vers F' (OF' minimum). Or, cet encliquetage de chaque cliquet, au point voulu, est obtenu très simplement par le passage de son ergot sur la rampe initiale d'une came H , ce qui, en le redressant légèrement, met le cliquet en prise avec la denture. Mais, à partir de ce moment, quel que soit le point d'encliquetage entre F et F' , la pointe du cliquet tend à ralentir, puisqu'il se referme : il en résulte qu'après avoir communiqué sa vitesse maximum à la couronne dentée, il s'en désolidariserait à la façon d'un cliquet de roue libre, si l'effort moteur du cycliste ne maintenait ce cliquet appuyé sur la denture, et poussant, jusqu'au moment où le cliquet suivant, animé d'une vitesse plus grande, engrène à son tour et le remplace pour la propulsion, ce qui libère le premier, qu'une rampe descendante de la came dégage définitivement. Et ainsi de suite.

Or, la came H fait partie, comme la gorge M , du plateau P , qu'une manette,

placée sur le guidon, permet d'orienter à volonté et sans aucun effort entre des limites convenables. Ainsi, le point d'encliquetage peut prendre toutes les positions comprises entre F , qui donne la plus grande vitesse de rotation, et F' qui donne la plus petite.

Le rôle des frottements est très faible dans cet appareil, et son rendement est excellent.

Le *Milpat*, en effet, n'est plus une simple conception. Il est en fabrication courante ; beaucoup de cyclistes l'utilisent déjà et il a même à son actif deux exploits peu banals : d'abord, deux des trois premiers appareils sortis de chez le constructeur ont fait sans pénalité la traversée des Alpes au récent Critérium de l'Auto, le troisième appareil ayant été arrêté près du but par un défaut de montage de cette toute première fabrication ; ensuite, quatre *Milpat* de bicyclettes, engagés dans le concours récent des triporteurs, ont été classés 1^{er}, 4^e, 5^e et 6^e sur 40 partants, le premier battant le meilleur temps des années précédentes, malgré une charge de 80 kg au lieu de 65. Ce dernier résultat est particulièrement probant au point de vue de la solidité du *Milpat*, que l'on mettait en doute, puisque les quatre appareils montés sur ces tricycles lourdement chargés étaient de l'unique type, celui pour bicyclettes.

UNE VRAIE VOITURE POUR LE PRIX D'UNE MOTO...

LA SCIENCE ET LA VIE a signalé (1) qu'en Angleterre le nombre des automobiles ne dépassant pas 10 ch représente 60 % du total des voitures. Cette statistique démontre avec évidence l'évolution de la mentalité des automobilistes pour qui la voiture ne constitue plus un luxe, mais un moyen pratique de déplacement et même de travail. Nous avons annoncé également que cette tendance se manifestait en France. Aujourd'hui, elle est réalisée sous la forme d'une voiture pratique de moins de 10 000 fr, comportant néanmoins les solutions qui ont fait leurs preuves sur des automobiles plus puissantes. Un moderne outillage a permis, en effet, à la SIMCA d'établir, sous le nom de *SIMCAcing* une mécanique bien au point dans une voiture élégante.

On trouve, en effet, sur la *SIMCAcing*, une boîte à 4 vitesses avec troisième silencieuse ; freins et amortisseurs hydrauliques ;

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 225, page 221.

un moteur de 570 cm³ consommant environ 4,5 litres aux 100 km, assurant de bonnes reprises et une vitesse de 90 km/h. Ce moteur, en fonte spéciale au phosphore manganèse, culasse rapportée en aluminium, donne 12 ch à 3 600 tours/mn, puissance largement suffisante pour un poids total de la voiture de 480 kg. Signalons encore l'allumage par batterie, l'alimentation par gravité, le carburateur à starter, un silencieux à l'admission d'air, l'embrayage monodisque, la circulation d'eau par termosiphon, les roues avant indépendantes, une installation électrique complète. La carrosserie rationnellement étudiée au point de vue aérodynamique permet une parfaite accessibilité à des fauteuils confortables. Cette nouvelle voiture construite en grande série doit, par son prix et ses qualités, attirer une vaste et nouvelle clientèle à l'automobile et elle répond au programme établi par la S. I. A.

LES ALLIAGES LÉGERS ET L'AUTOMOBILE

La recherche constante de l'allègement des véhicules automobiles, dans le but d'améliorer le rendement de l'ensemble mécanique, a pu aboutir à de remarquables réalisations, grâce à l'emploi, de plus en plus généralisé, des alliages légers à base d'aluminium. A ce point de vue, les dernières expositions ont montré d'intéressantes nouveautés.

Les alliages légers accroissent l'agrément de la voiture et son rendement

L'agrément d'une voiture ne dépend pas seulement, en effet, de la ligne plus ou moins aérodynamique étudiée par le constructeur et le carrossier ; il est également, et surtout, le résultat de l'amélioration du rapport du poids au couple moteur, qui lui donne des démarrages plus rapides, des reprises meilleures, des vitesses plus élevées en côte, tout en assurant une économie de combustible et d'huile et une moindre usure des pneus. La route elle-même se trouve fort bien de l'allègement des véhicules. Comme, d'autre part, bien des perfectionnements concernant le confort et la sécurité (voitures fermées à carrosseries métalliques, accumulateurs, démarreurs, malle, freins, etc.) apportent une augmentation du poids, il fallait donc étudier tout ce qui peut, au contraire, réduire ce poids. L'emploi des alliages légers marque, à ce point de vue, un remarquable progrès. Dans ce domaine, l'aluminium et ses alliages conquièrent de plus en plus la faveur des usagers.

Les qualités des alliages légers

D'ailleurs, la légèreté n'est pas la seule qualité à inscrire à l'actif de ces alliages. Il faut considérer aussi leur grande conductibilité thermique permettant l'établissement d'une température de régime plus basse, grâce à la facilité des échanges de chaleur. C'est pourquoi on les emploie pour la confection de nombreux organes du moteur lui-même, comme les pistons, les culasses (1), le carter cylindres, le carter d'huile, les tambours de freins, etc.

Il faut ajouter à cela les facilités d'usinage de l'aluminium et de ses alliages. Les vitesses de coupe *optima* se rapprochent beaucoup, en effet,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 210, page 517.

de celles utilisées pour le travail du bois dur. Ainsi, pendant la guerre, pour l'usinage des plans de joint des carters inférieur et supérieur du moteur d'aviation 300 ch « Hispano », l'emploi d'une vitesse de coupe de 1 250 m/mn a permis de réaliser industriellement un gain de plus de 60 % sur le temps d'usinage effectué à la vitesse de coupe de 200 m/mn.

Les progrès réalisés

Par ailleurs, les progrès considérables réalisés, au cours de ces dernières années, dans la métallurgie de l'aluminium, ont permis de mettre au point de nouveaux alliages qui apportent des caractéristiques mécaniques se rapprochant

de celles de l'acier coulé. D'autre part, grâce à des traitements thermiques appropriés, on est parvenu à transformer complètement la résistance des alliages d'aluminium aux efforts alternés. Parmi les alliages types, il faut citer ceux contenant 8 à 10 % de cuivre, ou du cuivre et du silicium, ou du zinc et du cuivre. Citons aussi, l'« alpac », alliage au silicium, et une nouvelle classe d'alliages aluminium-magnésium qui, anciennement connus

sous le nom de « magnalium », étaient restés longtemps sans application, en raison des difficultés de fonderie aujourd'hui surmontées par une technique particulière faisant emploi de fondants spéciaux. Ces alliages présentent une résistance remarquable à la corrosion.

Enfin, il existe de nombreux alliages spéciaux dont les qualités correspondent aux usages particuliers auxquels ils sont destinés.

Voici d'intéressantes et récentes applications des alliages légers à l'automobile

Voici, à ce point de vue des applications, celles que l'on a pu retenir aux expositions récentes. Pour les moteurs, signalons notamment le moteur « Lancia », sur lequel il a été fait une application généralisée des alliages d'aluminium coulés en coquille. De même, au stand « Maybach », on pouvait voir un bon nombre de pièces coulées en coquille (boîte de vitesse, carter de volant, boîtier de direction, carter de pont). Mêmes applications à signaler pour « Unic » et « Panhard ». Il faut remarquer encore les Diesel

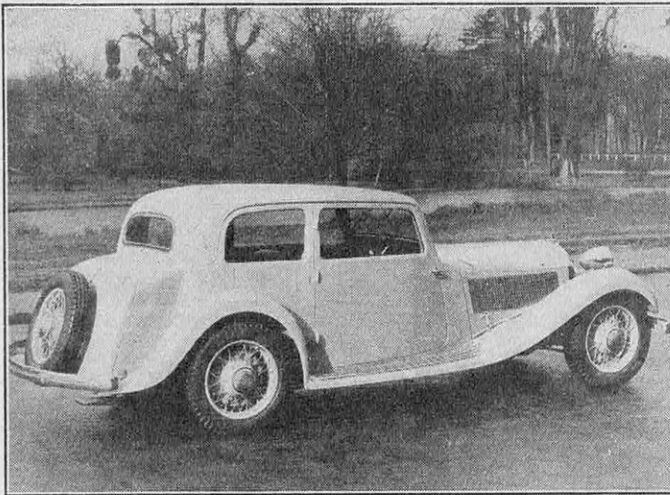


FIG. 1. — CETTE « BABY SPORT » TALBOT EST ENTIÈREMENT CARROSSÉE EN TOLE D'ALLIAGE D'ALUMINIUM

4 et 6 cylindres de « Latil » où l'emploi de l'aluminium a été poussé au maximum, le moteur d'autorail 250 ch de la « Compagnie Lilloise des Moteurs » et celui de « Renault » (le bloc-cylindre du 12 cylindres en V, 250-300 ch, est une des plus importantes pièces de moteur en alliage d'aluminium coulées en France à l'heure actuelle).

Les tôles de carrosserie sont également en alliage d'aluminium, notamment sur la « Baby-Sport Talbot », les voitures « Voisin » et la petite voiture « Sandford », où on a cherché à réduire, par l'allègement, les dépenses courantes d'entretien, de carburant et d'huile. Citons aussi les sidecars « Bastide » et l'emploi de la peinture à l'aluminium par Ford pour ses carrosseries.

Le moteur anglais « Cross », exposé à Paris, au stand de l'Aluminium Français, permettait de se rendre compte des bonnes qualités de frottement d'une fonte ou d'un acier suffisamment dur sur un alliage d'aluminium. Ce moteur, dont le cylindre est en alliage d'aluminium, ne comporte pas de chemisage. Les pistons, du même alliage que le cylindre, portent trois segments supérieurs et un segment racleur en fonte durcie par trempe. Le diamètre extérieur de ces segments est supérieur à celui du piston de 5 dixièmes de millimètre, de sorte qu'en fait le piston n'est jamais en contact avec le cylindre. Ce moteur de 250 cm³ donne 60 à 70 ch par litre de cylindrée à 6 500 t/mn (vitesse linéaire du piston 20 m/s). D'après le constructeur, en plus des avantages évidents de mise en température plus rapide, de suppression du claquement à froid et de possibilité d'accroissement du taux de remplissage et de compression, ce moteur a donné, au cours des essais, une usure du cylindre plus faible que celle obtenue sur une fonte ordinaire. On a constaté, en effet, une usure de 2,5 centièmes de millimètre après 15 000 km et 10 centièmes de millimètre après 80 000 km. Il est d'ailleurs aisé de remplacer les

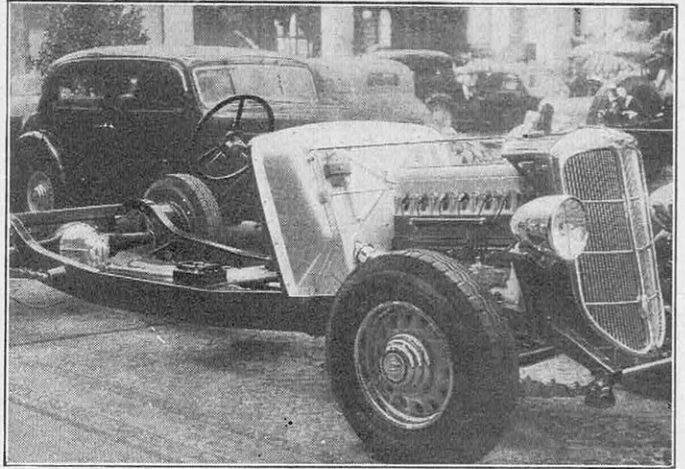


FIG. 3. — VUE D'ENSEMBLE DE LA NOUVELLE 6 CYLINDRES « UNIC », DONT LE MOTEUR A SOUPAPES EN TÊTE COMPORTE DE NOMBREUX CARTERS ET LA CULASSE EN ALLIAGE D'ALUMINIUM

segments usés par des segments du diamètre convenable, lorsque l'usure devient un peu forte (après 50 000 km par exemple). Cette opération est d'ailleurs plus simple et moins coûteuse que celle — couramment appliquée — du réalésage et du chemisage du cylindre. Un moteur ainsi équipé a permis de battre, le 11 octobre 1935, douze records du monde, sur motocyclettes, dont ceux des 1 000 km en 12 heures. Ces records ont été établis à Brooklands, sur une 250 cm³ « Cotton-Jap ».

Pour les pistons et pièces en alliages d'aluminium, rappelons que le procédé « Alumilite » assure une protection efficace. Ce procédé est utilisé par Buick, Cadillac, Chrysler, Lincoln, Studebaker, aux Etats-Unis, et la Société Monopole-Poissy est maintenant équipée pour en faire l'application en France.

Signalons encore l'emploi des alliages d'aluminium pour la fabrication des carburateurs, à cause de leur résistance à l'action des pétroles et de leurs dérivés (« Cozette », « Seignol »); pour celle des pots d'échappement dont la température peut être abaissée, notamment grâce à l'« Auto-éjecteur R. A. », utilisant la grande conductibilité thermique des alliages d'aluminium.

Les roues à centre d'aluminium et d'alliages ultra-légers à base de magnésium permettent de diminuer le poids non suspendu. Sur certains camions, ce gain de poids atteint 200 kg.

Les pare-chocs se font également en duralumin et duralinox, alliages légers et résistants qui, par simple polissage, prennent un aspect analogue à celui procuré par le chromage.

Ainsi, qu'il s'agisse du moteur, du châssis, de la carrosserie et des accessoires de la voiture de tourisme, des véhicules utilitaires ou des motocyclettes, on constate l'extension du domaine des applications des alliages légers pour la recherche du plus grand agrément de leur conduite et du meilleur rendement.

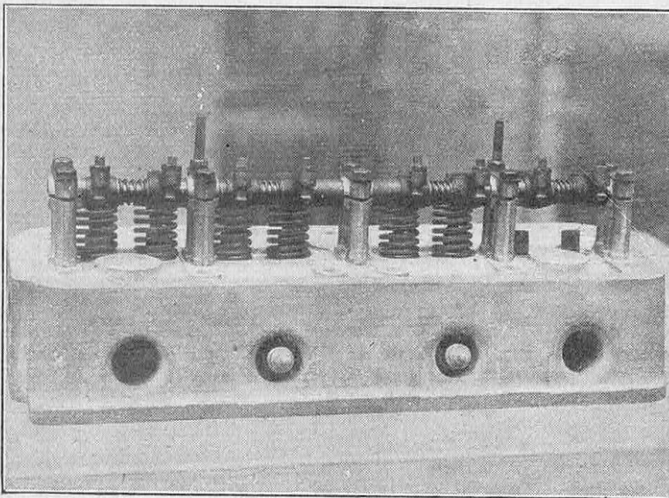


FIG. 2. — CULASSE EN ALLIAGE D'ALUMINIUM « SPEED » POUR MOTEUR 11 CH DE VOITURE CITROËN A TRACTION AVANT

LE PAPIER D'ALUMINIUM POUR L'EMBALLAGE DES BEURRES ET FROMAGES

L'EMBALLAGE d'un produit offert au public doit être à la fois une présentation et une défense. Une présentation, car son aspect engageant doit attirer et retenir l'attention du client. Une défense, car il doit isoler le produit des actions néfastes de l'humidité, de la poussière, etc.

Le métal répond évidemment à ces conditions. Toutefois, il est nécessaire qu'il possède une grande malléabilité pour que, laminé en feuilles minces, il épouse exactement la forme de l'objet qu'il entoure. Il doit être d'une innocuité absolue et ne communiquer aucun goût au produit enveloppé ; il doit être, de plus, parfaitement étanche pour maintenir le produit à l'abri des influences extérieures. Parmi les métaux, l'aluminium apparaît nettement comme se prêtant le mieux à l'emballage. Son poli, la douceur de son toucher le rendent agréable à la main ; il peut être laminé, en raison de sa ductilité, en feuilles très minces allant jusqu'à 8 microns (1) d'épaisseur. Nous avons montré déjà, d'ailleurs, toutes les qualités de l'aluminium au point de vue de l'emballage des produits alimentaires (2). Rappelons-les brièvement : la légèreté (il pèse trois fois moins que l'étain) ; l'inaltérabilité ; le brillant de la surface qui réfléchit la chaleur ; l'étanchéité ; l'innocuité, etc.

Dans une large mesure, l'aluminium protège contre les variations de température le produit qui lui est confié. En effet, bon conducteur de la chaleur et du froid, l'aluminium est néanmoins mauvais transmetteur, à l'extérieur de sa surface, de cette chaleur ou de ce froid. D'abord, parce que son pouvoir émissif est faible, ensuite parce que, lorsqu'il est poli, il n'émet ou n'absorbe que peu de calories. Tout le monde sait qu'un fer à repasser électrique, nickelé ou chromé, ne fait pas sentir sa chaleur lorsqu'on l'approche de la joue, selon le geste familier des ménagères. Mais, étant bon conducteur de la chaleur, à l'intérieur de sa masse, le papier d'aluminium répartit sur toute sa surface un excès de chaleur reçu en un point. Le produit emballé ne s'échauffe donc pas exagérément en ce point.

Aussi l'aluminium est-il employé comme

matériau d'emballage dans de très nombreuses industries alimentaires telles que la chocolaterie, la pâtisserie, la confiserie et la biscuiterie, la charcuterie, l'épicerie, etc.

Relativement nouvelles venues à l'usage de l'aluminium, la beurrerie et la fromagerie en consomment déjà. On sait que, dans du papier sulfurisé employé seul, ni le beurre ni les margarines ne peuvent se conserver longtemps (1). Dans du papier d'aluminium doublé de papier sulfurisé, le métal pouvant être ou non en contact avec le produit, la conservation est telle qu'après quatre semaines d'emballage, le beurre ou la margarine ont pratiquement

l'aspect ou la saveur que leur donnaient trois journées de séjour dans du simple papier sulfurisé.

Le début du jaunissement est donc cinq ou six fois plus éloigné dans le premier cas que dans le second, ce qui permet à l'industriel ou au commerçant d'écouler leurs produits dans la plénitude de leurs qualités.

En ce qui concerne les fromages, l'expérience a montré que certains d'entre eux, comme les fromages crus fermentés, ne s'accommodent pas toujours du contact de l'aluminium. Cependant, certains d'entre eux : le camembert, le brie, le bleu d'Auvergne et autres, sont emballés dans du papier

d'aluminium, depuis longtemps, dans les meilleures conditions possibles. Mais, pour tous les fromages cuits, l'aluminium, doublé de papier paraffiné ou sulfurisé, ou même glacé, reprend tous ses droits. Qui ne connaît ces crèmes de gruyère si bien présentées dans le papier d'aluminium ?

Ainsi, le papier d'aluminium remplit parfaitement les conditions de défense et de présentation que nous demandons à un emballage. Sa vogue de plus en plus grande ne fait que confirmer cette double constatation.

(1) De nombreux essais, effectués notamment en Allemagne par M. Magnus Saitner, à Berlin, ont montré que, sous l'influence de l'air et de la lumière, après dix-huit et vingt-huit jours, l'emballage métallique se révélait bien supérieur au papier. Les docteurs F. Kieferle et A. Seuss ont étudié également les facteurs influant sur le rancissement des graisses comestibles et du beurre en particulier. L'action de l'air et celles des rayons ultraviolets sont très importantes et peuvent être évitées par un emballage soigné, et l'emballage métallique s'est montré supérieur au papier parchemin et même à la cellophane colorée.



PAINS DE BEURRE D'ISIGNY EMBALLÉS
DANS DU PAPIER D'ALUMINIUM

(1) Le micron vaut 1/1000^e de millimètre.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 222 page 509.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Le développement de l'emploi du gaz dans le chauffage culinaire

LES efforts dépensés depuis quelques années par l'industrie gazière, pour perfectionner la technique des appareils d'utilisation du gaz, portent maintenant leurs fruits.

Point n'est besoin d'avoir eu trois fois vingt ans pour se rappeler le réchaud d'aspect sombre et rébarbatif, aux commodités très restreintes, qui, il n'y a pas si longtemps, était encore le seul engin offert au consommateur pour l'équipement de la cuisine au gaz.

Dans ce domaine de la cuisine, où le gaz impose sa souveraineté, il était fatal que des progrès très rapides fussent être faits, dès que les techniciens s'aviseraient d'utiliser rationnellement les qualités d'un combustible aussi souple.

La *gazinière* est le dernier cri de ce progrès. Le mot « gazinière » désigne une marque qui tend à devenir un terme générique. La gazinière est, par nature, une cuisinière à gaz perfectionnée, solide, élégante, économique, d'un prix abordable, conçue pour procurer au consommateur la possibilité d'effectuer bien et commodément toutes les cuissons qu'une bonne cuisine française exige.

Nous figurons ici la gazinière type : elle a inspiré dans la réalité d'autres modèles commerciaux qui peuvent être variés dans leurs aspects, mais qui procèdent de la même conception technique et qui procurent des commodités du même ordre.

La « table de travail » est suffisamment décrite par la figure ci-dessus. Le grilloir et

le four retiendront, en revanche, notre attention : ils le méritent.

Le grilloir — qui est en réalité un grill-rôtissoire, car on y peut faire, à volonté, grillades ou rôtis à la broche — dispose comme organe chauffant d'un plafond rayonnant qui se compose de deux plaques en fonte hérissées de picots inégaux, chauffées par un brûleur placé entre elles. Il est bien aéré, de façon à griller complètement les

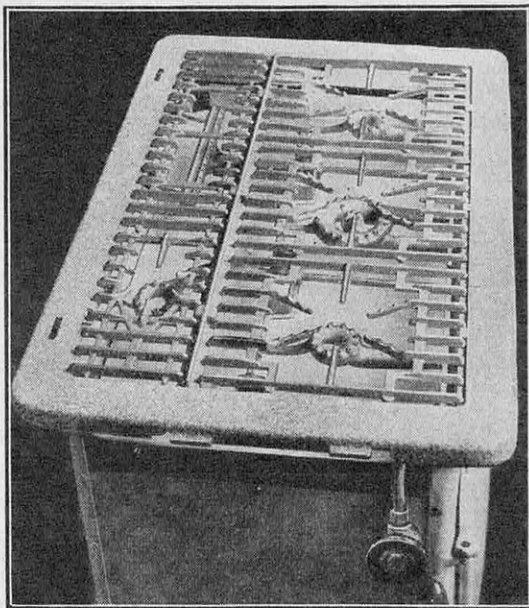
particules de graisse que la cuisson projette sur les plaques à picots. Grâce à la combustion complète, suppression des odeurs si désagréables quand elles s'insinuent dans les appartements.

Quant au four, avec le « thermostat » qui le complète, c'est, au propre, un appareil de précision. Sa vaste chambre de cuisson bien calorifugée est chauffée par un brûleur spécial. La circulation des gaz chauds s'y fait de telle manière que la chaleur soit utilisée au mieux et, comme l'atmosphère qui règne dans le four est saturée de vapeur d'eau, ces gaz chauds cuisent sans dessécher.

Par ailleurs, le thermostat assure mathématiquement à cette cuisson le « juste au point », fierté des artistes culinaires.

Le thermostat règle automatiquement la température du four au point désiré et maintient cette température. Par quel mécanisme ? Cela importe moins que la manière de s'en servir. Une simple molette, que l'on voit au premier plan de la photo, permet de régler la température au point voulu en amenant devant le repère en saillie le numéro indiqué par un guide de cuisson.

C'est enfantin, et le réglage une fois fait, aucun à-coup dans la cuisson n'est plus à craindre.



VUE DU DESSUS DE LA « GAZINIÈRE »

Au premier plan, le thermostat de réglage.

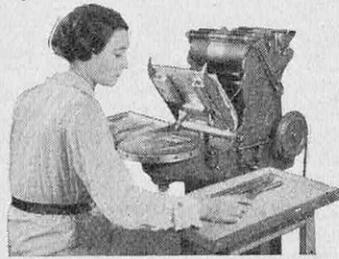
A la différence, d'autres dispositifs qui voudraient, sans justifier cette qualité, passer pour des économiseurs, le thermostat économise réellement le combustible, tout en garantissant une cuisson des plus satisfaisantes.

Mieux faire avec un moindre effort et une dépense plus minime, tel est, pour le consommateur, le bénéfice à tirer des progrès techniques dont la gazinière marque le résultat.

Une machine imprimant en trois couleurs sur tous objets

NOUS avons déjà signalé la technique nouvelle consistant à substituer aux étiquettes collées l'impression directe des formules et textes sur les objets.

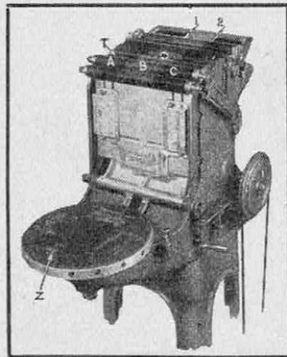
Un important progrès vient d'être réalisé par les *Machines Dubuit* (les premières ayant ouvert la voie de cette nouvelle technique).



IMPRESSION DE CRAYONS

En effet, elles peuvent maintenant imprimer directement en trois couleurs tous objets de toutes formes et de toutes matières, alors que, jusqu'ici, l'impression ne pouvait se faire qu'en une seule couleur. Ces nouvelles machines utilisent, comme les anciennes, le procédé de report sur un coussin de gélatine ou de caoutchouc, consistant à appliquer un cliché préalablement encre sur ce coussin. On obtient ainsi une véritable décalcomanie sur laquelle s'applique ensuite l'objet à imprimer.

Toutefois, il ne faut pas oublier qu'il est impossible de repérer sur un objet, c'est-à-dire de mettre d'abord une couleur, puis une autre et une troisième, comme on le fait en imprimerie. Il faut donc que le décalque obtenu sur le coussin de gélatine comporte les trois couleurs, et qu'en appliquant ou en déroulant l'objet sur ce coussin on obtienne, d'un seul coup, l'impression désirée.



SYSTÈME D'ENCRAGE

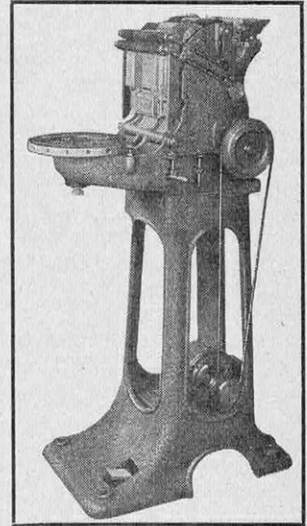
Pour reporter sur le coussin de gélatine les trois impressions, voici comment opère la machine. Les trois clichés disposés sur une platine mobile sont encrés par un même rouleau qui porte trois zones d'encre A, B, C.

Pour cela, l'encre est cylindrique, il suffit de disposer dans l'encrier deux petits coins 1 et 2 délimitant les trois zones d'encre sur la table cylindrique T : les rouleaux étant relevés, la platine porte-cliché vient s'appliquer sur le coussin de gélatine et donnera trois impressions ; puis la platine se relève et les trois clichés sont encrés à nouveau d'un seul coup avec les rouleaux encrurs, mais avant que la platine bascule pour donner une seconde empreinte, le coussin de gélatine tourne d'un quart de tour, de telle sorte que les trois nouvelles empreintes viennent se superposer aux autres existant déjà et ainsi de suite.

On comprend aisément que, de cette façon, on aura toujours dans la zone Z, devant l'ouvrière, une empreinte portant les trois couleurs qu'il suffit alors de venir prendre par l'objet à imprimer.

Ainsi, l'industrie des articles-réclames, notamment celle des crayons, peut obtenir des impressions trois couleurs très publicitaires, très décoratives, sur les gros crayons en particulier et au même prix que les impressions monochromes réalisées jusqu'ici ; l'industrie des matières plastiques peut décorer les pièces en matière nue qu'elle fabrique ; les timbales, cendriers et autres petits bibelots peuvent recevoir une décoration comparable à celle de la porcelaine ou de la faïence. Enfin, aux industries de la parfumerie, des laboratoires, des produits d'entretien, l'emploi de cette machine apporte une meilleure présentation et un prix de revient bien moindre.

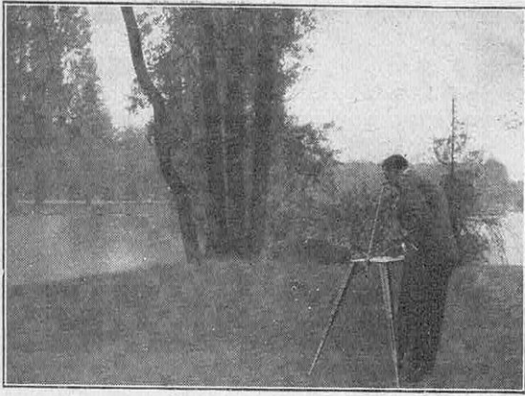
MACHINES DUBUIT, 62 bis, rue Saint-Blaise, Paris (20^e)



MACHINE TRICHROME

Le dessin pour tous avec la « Chambre claire universelle »

AVEC la belle saison qui revient, nombreux sont les amateurs et les professionnels qui vont pouvoir s'adonner, en plein air, à leur passe-temps favori : le dessin ou la peinture ; mais nombreuses aussi seront les personnes qui, tout en les regardant faire, regretteront de ne pouvoir garder un souvenir des paysages de leur choix ou



DESSIN D'UN PAYSAGE AVEC LA « CHAMBRE CLAIRE UNIVERSELLE »

emporter des souvenirs de vacances plus personnels et plus originaux que ne le sont les clichés photographiques.

L'industrie leur permet cependant : grâce à des appareils comme la *Chambre Claire Universelle* ou le *Dessineur*, qui en est son appareil simplifié et de vulgarisation, tout le monde peut maintenant dessiner, même les personnes les plus inexpertes. On connaît le principe de ces instruments : un prisme argenté, contenu dans un support approprié, permet, en regardant dans l'instrument, de voir se projeter sur le papier toute l'image ou le sujet placé devant soi. Il ne reste donc plus qu'à en suivre les contours et tous les détails sur son papier. Les couleurs se reproduisant également, il est donc très facile d'obtenir les tons du sujet très exactement. Ces appareils permettent non seulement de reproduire exactement un sujet, mais également de le réduire ou de l'agrandir, et cela à l'échelle désirée.

Les amateurs et les professionnels qui, sachant dessiner, pourraient se passer de ces appareils, en apprécient l'usage puisque, grâce à eux, ils réduisent au minimum de temps et de difficulté les mises en place et en perspective des paysages les plus difficiles. Ils ont ensuite plus de temps pour perfectionner leurs œuvres selon leurs goûts personnels. Pour eux, la *Chambre Claire Universelle*, appareil de précision, deviendra rapidement un instrument indispensable. Quant à la jeunesse ou aux débutants ignorants du dessin, le *Dessineur*, appareil bon marché, leur permettra, en pouvant tout de suite dessiner parfaitement, d'apprécier le dessin, de l'apprendre et d'obtenir des résultats et des souvenirs très plaisants à conserver.

Ces appareils, bien entendu, servent aussi bien dans le cas de paysage que de portrait d'après

nature ou de reproduction d'objets quelconques, ainsi que de sujets plans tels que : photographies, documents, etc., qui peuvent être copiés, réduits ou agrandis à toutes les grandeurs que l'on désire.

P. BERVILLE, 18, rue La Fayette, Paris (9^e).

Pompes spécialement adaptées au pompage d'hydrocarbures

LES pompes P. C. M., dont nous avons indiqué, dans un de nos précédents articles (1), les remarquables qualités pour le transvasement ou l'élévation d'eau ou de solutions aqueuses, viennent d'être adaptées, grâce à une modification récente, au pompage des hydrocarbures liquides de toutes sortes.

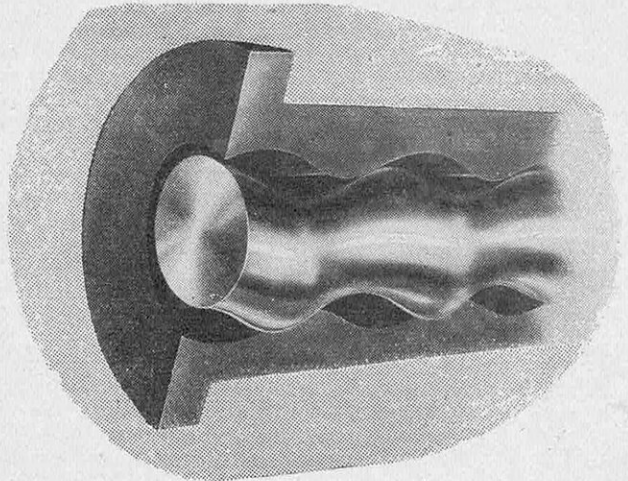
Rappelons que ces pompes sont essentiellement composées de deux pièces massives : un rotor en forme de vis, qui roule d'un mouvement hypocyloïdal dans un stator de profil déterminé. Ce mouvement déplace des volumes clos qui entraînent le fluide à pomper.

Dans ces conditions, l'amorçage de ces pompes est automatique et s'effectue encore pour une hauteur manométrique d'aspiration correspondant à 8 m 50 d'eau, sans artifice de montage. De plus, le rendement dépasse souvent 0,80.

De longs et minutieux essais ont été nécessaires pour le choix des matériaux utilisés pour les pompes à hydrocarbures, et dont dépendent le rendement et la robustesse : le rotor est en acier nitruré traité, et le stator, coulé en coquille métallique, est constitué par un alliage antifricction spécial.

D'ailleurs, de par la constitution de la pompe, le travail de ces deux pièces ne se produit pratiquement qu'avec un frottement et une usure infimes, au milieu de liquides

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 215, page 436.



INTÉRIEUR DE LA POMPE P. C. M.

tels que des huiles ou des mazouts dont la température peut varier de 6 à 200° et la viscosité de 2 à 1 800 Engler, les gas oils légers, l'essence, le benzol.

Une fabrication régulière, constamment contrôlée à ses différents stades, achève de conférer aux installations un coefficient de sécurité peu commun à ce jour dans le domaine des pompes.

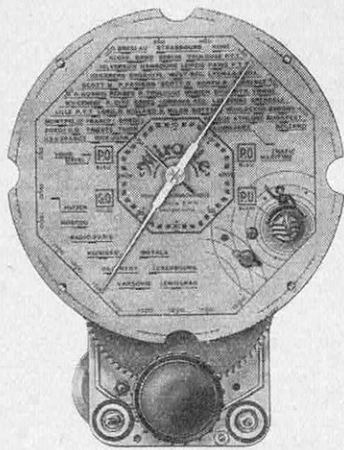
Signalons d'ailleurs que ces pompes sûres, peu encombrantes, d'une mise en œuvre et d'un démontage aisés, ont été l'objet d'une étude attentive de la part des différents arsenaux de la Marine nationale et bon nombre d'entre elles équipent actuellement plusieurs de nos croiseurs.

C'est, en particulier, pour répondre aux suggestions de la Marine nationale qu'a été mis au point un type de pompe à huile permettant d'obtenir une pression de 200 kg, qui est la base d'une commande puissante, souple et silencieuse de toute transmission hydraulique de mouvement.

POMPES P. C. M., 65, rue de la Mairie, Vanves (Seine).

Le cadran gyroskopique pour poste de T. S. F.

LES dernières expositions de T. S. F. ont permis aux visiteurs d'exercer leur curiosité sur un petit appareil dont on parle d'ailleurs beaucoup depuis. C'est le cadran à commande gyroskopique, qui ne



LE CADRAN GYROSCOPIQUE

rappelle en rien les autres systèmes. Tandis que les commandes de cadran sont parfois à frottement dur et sans souplesse, celui-ci dès qu'il est lancé, part de lui-même et continue sa course par l'élan qui lui a été donné. Son principe de fonctionnement n'est autre que celui du gyroscope,

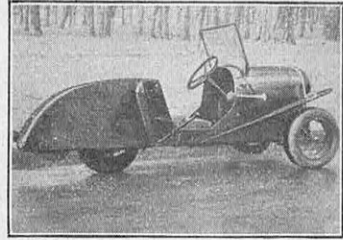
que chacun connaît pour avoir eu en mains ces toupies gyroskopiques qui tiennent dans tous les sens et qui font la joie des petits.

L'application de ce principe dans un domaine auquel personne n'avait songé constitue une amélioration dans la recherche des émetteurs. Son emploi devient fort pratique, notamment dès que l'on s'adresse à la gamme des ondes courtes et très courtes.

SACARE, 49, rue Meslay, Paris 3°.

Le « Monocar »

VOICI une petite voiturette monoplace équipée avec un moteur de 2 ch et à 2 vitesses. Le châssis métallique monocoque comporte le moteur à l'arrière. La carrosserie spacieuse métallique est garnie de coussins en caoutchouc mousse. Les trois roues sont munies de pneus superconfort 270 x 90. Le départ est assuré au moyen d'un levier à portée de la main du



LE « MONOCAR » 2 CH

conducteur assis. D'un prix très bon marché, le *Monocar*, avec son moteur à 2 temps (cylindrée, 175 cm³), a un encombrement réduit (105 x 215) et constitue un véhicule très économique (3 litres aux 100 km). Sa vitesse est de 40 à 45 km/h, et son poids environ 120 kg. Le *Monocar* est muni d'un pare-brise incliné et d'une capote amovible escamotable.

MONOCAR, 1, rue Béliador, Paris (17°).

CHEZ LES ÉDITEURS (1)

Nouvelle encyclopédie pratique de Mécanique.

La librairie Quillet, qui constitue la véritable « maison des Encyclopédies modernes », vient de s'enrichir d'un ouvrage relatif à la mécanique pratique.

Conçue sur les mêmes principes qui ont fait le succès des encyclopédies précédentes, celle-ci comporte deux volumes où sont exposées successivement les connaissances générales servant d'initiation à la mécanique (mesure des grandeurs, propriétés géométriques des corps, algèbre et trigonométrie, instruments de calcul, phénomènes physiques, etc.). Après cette partie en quelque sorte introductive, voici une étude méthodique des machines proprement dites (matériaux de construction, éléments de machines, moteurs à vent et hydrauliques).

Le tome II traite tout spécialement des moteurs thermiques, qui ont littéralement bouleversé notre civilisation contemporaine. Voici les machines à vapeur, les turbines à vapeur, les moteurs à gaz. Dans une autre partie de ce second tome, nous trouvons tout ce qui concerne l'atelier et l'usine

(1) Les ouvrages annoncés dans cette rubrique peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE, au reçu de la somme correspondant aux prix indiqués.

(travail des métaux, fonderie, forgeage, chaudronnerie, emboutissage, ajustage, soudure, appareils de levage et de manutention). Un chapitre spécial concerne tout ce qui s'applique aux chemins de fer. Les deux suivants, consacrés aux conquêtes les plus récentes de la mécanique appliquée, embrassent tout l'automobile et toute l'aviation.

Cette énumération suffit à démontrer que la *Nouvelle Encyclopédie Pratique de Mécanique* constitue, en quelque sorte, un véritable film cinématographique de la mécanique industrielle. Elle épargnera aux jeunes de longues années d'apprentissage, elle permettra aux travailleurs manuels de se passer d'études souvent trop onéreuses, elle intéressera tous ceux qui vivent de la « connaissance » et sont avides d'apprendre rapidement, sans perdre leur temps dans de fastidieuses recherches.

La méthode de M. Quillet est d'enseigner vite et bien. Il l'a prouvé par ses succès continus.

G. B.

Recherches sur le quartz piézoélectrique, par Armand de Gramont, de l'Académie des Sciences. Prix franco : France, 23 fr 50 ; étranger, 26 fr 50.

Notre éminent collaborateur M. de Gramont, membre de l'Institut, résume sous ce titre les recherches poursuivies au cours des sept dernières années. On sait la place qu'a prise la piézoélectricité dans la physique contemporaine, grâce aux applications récentes — et tout à fait inattendues — au domaine de la radio. Le cristal de quartz n'est-il pas devenu l'élément essentiel de tout poste émetteur de T. S. F. ?

L'auteur a su exposer, avec autant de précision que de clarté, tout ce qui concerne ces phénomènes piézoélectriques, d'après les dernières découvertes de la science. Voici, du reste, les principaux sujets traités : variétés du quartz et propriétés physiques, détermination de l'axe optique et des axes électriques, définition des

zones maclées, images de corrosion, mesures piézoélectriques, fréquence propre d'un cristal, influence de la température sur la fréquence, étude de la fréquence et du coefficient de température dans divers plans du cristal, condensateurs à quartz, mesure de la fréquence, surtensions locales d'un quartz vibrant, moteur électrostatique à rotor de quartz. — Ce simple énoncé suffit à montrer la variété et l'intérêt des sujets traités à tous ceux dont l'esprit est tourné vers l'évolution de la physique moderne théorique et pratique.

Les trois batailles de la Piave, par le maréchal Enrico Caviglia. Prix franco : France, 26 fr 75 ; étranger, 29 fr 50.

Le maréchal Enrico Caviglia est l'une des personnalités les plus marquantes de l'Italie moderne. Son ouvrage critique et documenté sur les grandes batailles de la dernière guerre est plein d'enseignements. Il sait, à la fois, détruire les légendes qui accompagnent l'histoire et bâtir la vérité qui la précède. Aujourd'hui, à quelque vingt ans de distance, les faits historiques sont clarifiés et les événements d'alors, se précisant et s'imposant, autorisent les conclusions. Le maréchal a ainsi retracé, en toute objectivité, la crise sur le front italien, la première bataille de la Piave, la seconde bataille de la Piave et la troisième bataille, qui a abouti à Vittorio-Veneto. Un des derniers chapitres est consacré à l'aviation, avec des considérations pleines de bon sens. On sait la place que tiennent les ailes italiennes dans l'évolution de la cinquième arme.

Madame Curie, par Jean Hesse. Prix franco : France, 4 fr 25 ; étranger, 6 fr 25.

Notre collaborateur Jean Hesse a publié, dans la collection si vivante intitulée : « Les Célébrités d'hier et d'aujourd'hui », un portrait de M^{me} Curie, qui apparaît dans toute la plénitude de son génie inventif au cours de l'œuvre scientifique magistrale qu'elle a édifiée dans le domaine de la radioactivité, et qui lui a valu deux prix Nobel, en 1903 (physique) et 1911 (chimie).

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 45 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 55 fr.
chis.....	{ 6 mois... 23 —		{ 6 mois... 28 —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésia, Suède.

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an.... 100 fr.
chis.....	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 70 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 90 fr.
chis.....	{ 6 mois... 36 —		{ 6 mois... 45 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris. — Tout changement d'adresse doit être accompagné de la somme de 1 franc en timbres-poste.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris - X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS



ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F.

12, rue de la Lune
PARIS - 2^e
TÉL. : CENT. 78-87

TOUTES PRÉPARATIONS.
PROFESSIONNELLES et MILITAIRES T.S.F.

COURS DU JOUR. DU SOIR.
ET PAR CORRESPONDANCE.

PLUS DE 10.000 ANCIENS ÉLÈVES
PLUS DE 70% DES CANDIDATS REÇUS
AUX EXAMENS OFFICIELS SORTENT DE
L'ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F.

LA PROCHAINE SESSION
DE COURS AURA LIEU EN

JUILLET

ARMÉE - INDUSTRIE - MARINE - P.T.T. - ADMINISTRATIONS

PRÉPARATIONS SPÉCIALES AUX ÉCOLES D'ISTRES ET ROCHEFORT



GROUPES MOTO-POMPES

complets en ordre de marche, sans tuyauterie. 1780 frs

GROUPES ÉLECTROGÈNES

BLOCS - MOTEURS - BLINDÉS

pour

INDUSTRIE - TRAVAUX PUBLICS - AGRICULTURE

“ **BERNARD - MOTEURS** ”

SURESNES - SEINE

Tél : Longchamp 18-07 et la suite